Lehrbuch
der
Landwirtschaft
auf
wissenschaftlicher und praktischer Grundlage.

Von

Dr. Guido Krafft,
a. o. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien und Redakteur des „Österreichischen landwirtschaftlichen Wochenblattes“.

Erster Band.

Ackerbaulehre.

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 188 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
1884.

Die

Ackerbaulehre.

Von

Dr. Guido Krafft,

a. o. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien und Redakteur des „Österreichischen landwirtschaftlichen Wochenblattes".

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit 188 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin.

Verlag von Paul Parey.

Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

1884.

Vorwort zur vierten Auflage.

Obwohl mein Lehrbuch der Landwirtschaft in den drei vorangegangenen Auflagen eine für ein landwirtschaftliches Werk ganz außerordentlich große Verbreitung gefunden hat, sehe ich mich zu meiner größten Befriedigung doch schon wieder genötigt, an eine Neubearbeitung zu gehen. Um mir das von der Schule und von den praktischen Landwirten entgegengebrachte ehrenvolle Vertrauen im ungeminderten Maß zu erhalten, werde ich bemüht sein, mein bestes Wissen und Können für die weitere Vervollkommnung meines Werkes einzusetzen.

Die Rücksicht auf die Bedürfnisse der Schule ließen es vor allem geboten erscheinen die Normen der neuen Orthographie zu befolgen. Eine weitere Neuerung, welche Vielen willkommen sein dürfte, besteht in der Verwendung von accentuierten Silben, um die richtige Betonung bei der Aussprache der systematischen Pflanzen- und Tierbezeichnungen kenntlich zu machen.

Bisher wurde die Aufnahme von chemischen Formeln mit Rücksicht auf die meist der älteren Schule angehörenden Praktiker vermieden; um in dieser Hinsicht nicht länger eine Lücke zu lassen, wird nunmehr mit Bezug auf die Art der Bezeichnung chemischer Verbindungen die Ausdrucksweise nach der älteren dualistischen Anschauung und mit Bezug auf die Darstellung der Formel nach der neueren unitären Anschauung vorgegangen werden. Wenn auch Bezeichnung und Formel strenggenommen sich nicht immer vollkommen decken, so wird doch damit den Interessen der Praktiker und der studierenden Jugend in gleicher Weise am ehesten Rechnung getragen.

Entsprechend den fortschrittlichen Wandlungen der Landwirtschaft haben, soweit zunächst der vorliegende Band in betracht kommt, vorzugsweise die Abschnitte, welche sich auf: das Pflanzenleben, die Bodenlockerungs- und Dampfkulturgeräte, die Düngung, die Düngerstreumaschinen, den Schutz gegen Pflanzenkrankheiten, die Heurechen, die Sauerfutterbereitung, die Dreschmaschinen, die Feldeisenbahnen 2c. beziehen, eine durchgreifende Erweiterung erfahren, während da und dort zahlreiche Zusätze und Abänderungen vorgenommen wurden, welche sich hoffentlich als ebenso viele Verbesserungen erweisen mögen. Eine besondere Sorgfalt wurde dem Nachweis der jeweiligen Speziallitteratur zugewendet. Der dazu erforderliche größere Raum wurde durch häufigere Verwendung von Petitsatz und durch Verkleinerungen der Holzschnitte gewonnen.

Schließlich sei es mir gestattet an die Leser dieses Buches die lebhafte Bitte zu richten, mich auf alle jene Stellen brieflich aufmerksam zu machen, welche ihrer Ansicht nach etwa der Aufklärung oder Ergänzung bedürfen. Jede, auch die unscheinbarste Anregung, namentlich wenn sie sich auf Berichtigungen an der Hand der praktischen Erfahrung beziehen sollte, wird mich zu wärmstem Danke verpflichten und es mir ermöglichen, mein Werk immer mehr und mehr jener Vollkommenheit entgegen zu führen, welche zu erreichen seit Jahren mein unausgesetztes redliches Bestreben ist.

Wien, Anfang Mai 1884.

Dr. Guido Krafft.

Inhalt.

Einleitung.

Die Landwirtschaft umfaßt alle jene Unternehmungen, welche an den Boden und die Atmosphäre gebundene Stoffe und Kräfte durch Vermittelung des pflanzlichen und tierischen Lebens frei und zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse geeignet machen. Die gewonnenen Stoffe und Kräfte dienen entweder unmittelbar als Tier- und Pflanzenkörper zur menschlichen Nahrung, oder mittelbar als verarbeitete pflanzliche und tierische Rohstoffe zur Erzeugung von Wärme, Licht, Schutz 2c.

Der Landwirt als Unternehmer will außerdem von einer bestimmten Bodenfläche die größte und wertvollste Menge von Pflanzen und Tieren mit Rücksicht auf die Nachhaltigkeit des Ertrages und den wirtschaftlichen Nutzen erzielen.

Zur Lösung der allgemeinen Aufgabe der Landwirtschaft ist für den Landwirt die Erkenntnis der Gesetze von dem Kreislauf und der Erhaltung des Stoffes und der Kraft, welche den Inhalt der Naturwissenschaft bildet, erforderlich. Zur Lösung der besonderen wirtschaftlichen Aufgabe hat der Landwirt nicht nur die naturwissenschaftlichen, sondern auch die volkswirtschaftlichen Gesetze zu Rate zu ziehen.

Die Landwirtschaft wird als Urproduktion, welche außerdem die Fischerei und den Bergbau umfaßt, der Gewerbe-Industrie und dem Handel an die Seite gestellt. Die Gesamtheit der landwirtschaftlichen Unternehmungen will mit Hilfe von Arbeit und Kapital aus dem Boden neue Güter gewinnen, welche entweder direkt als Rohstoffe dem Verbrauch zugeführt, oder vorher von der Industrie in Fabrikate umgeformt werden. Die Industrie verarbeitet jene Stoffe, welche die Urproduktion liefert und die sie selbst als sogenannte Halbfabrikate gewinnt. Der Handel vermittelt den Austausch zwischen der Urproduktion und der Industrie, und zwischen der Produktion und der Konsumtion von Gütern. Die landwirtschaftliche und gewerbliche Produktion verarbeiten daher dieselben Stoffe und Kräfte, nur in verschiedenen Formen, erstere hat es zumeist mit lebenden Organismen, mit Pflanzen und Tieren, letztere mit leblosen Körpern, pflanzlichen, tierischen oder mineralischen Ursprunges, zu thun. Die landwirtschaftliche Unternehmung liefert die pflanzlichen und tierischen Produkte im rohen oder im verarbeiteten Zustande. Im letzteren Falle tritt sie als landwirtschaftliche Industrie auf, und soweit sie für diese das Rohmaterial liefert als landwirtschaftliche Industriewirtschaft.

Vor dem Erscheinen von Albrecht Thaer's Werk: Grundsätze der rationellen Landwirtschaft, 1809—1811,[1]) beschränkte sich die Lehre von der Landwirtschaft auf die Darlegung des „Könnens", wie dasselbe durch die Erfahrung festgestellt wird; sie hatte daher nur den Anspruch auf die Bezeichnung Landwirtschaftskunde.

Das Thaer'sche Werk bildete den Uebergang zur neueren Auffassung der Lehre der Landwirtschaft, welche durch v. Liebig's: Die organische Chemie in ihrer An-

---

[1]) Neue Ausgabe von Dr. Guido Krafft, Dr. C. Lehmann, Dr. A. Thaer und Dr. H. Thiel. Berlin 1880.

wendung auf Agrikultur und Physiologie 1841, die gegenwärtig herrschende geworden ist. Nach dieser Auffassung erhebt sich die Lehre der Landwirtschaft zur Darlegung des „Könnens und Wissens"; die einzelnen durch die Erfahrung und Beobachtung festgestellten Wahrheiten werden als organische Folge des Wesens der Natur- und Wirtschaftsgesetze — als deren oberstes das Gesetz von Ursache und Wirkung zu gelten hat — erkannt. Sie verdient nun die Bezeichnung Landwirtschaftswissenschaft (Landbauwissenschaft).

Die Ausbildung der Landwirtschaftswissenschaft ist nicht nur von ihrer eigenen fortschrittlichen Entwickelung abhängig, sondern auch von den Fortschritten der Natur- und Wirtschafts-Wissenschaften, welche für die erstere als begründende Hilfswissenschaften dienen. Für das erfolgreiche Studium der Landwirtschaftswissenschaft hat daher sowohl eine gründliche naturwissenschaftliche, als auch volks- und staatswirtschaftliche Vorbildung den allergrößten Wert. Im Besonderen hat die Lehre der Landwirtschaft die Kenntnis der Zoologie, Botanik, Mineralogie und Petrographie, Geologie, Physik, Meteorologie und Klimatologie, Chemie, Anatomie, Physiologie und Volkswirtschaftslehre zur Voraussetzung. Das wahre Verständnis der Landwirtschaftswissenschaft, wie jeder menschlichen Wissenschaft, ergiebt sich jedoch erst dann, wenn die gegenwärtige Erkenntnis nur als ein Entwickelungsstadium der Zukunft aufgefaßt wird, welche allein den Maßstab zur Unterscheidung des Wahren von dem Falschen gewährt.

Die Landwirtschaftslehre wird anderseits eine Hilfswissenschaft für andere Disziplinen, wie für die Landwirtschaftsgeschichte, Landwirtschaftsstatistik, Agrarpolitik, Agrargesetzgebung, Agrikulturmeteorologie, Agrikulturchemie, Agrikulturphysik, Landwirtschaftsbaukunde ꝛc.

Mit Bezug auf die allgemeine und besondere Aufgabe der Landwirtschaft gliedert sich die Landwirtschaftslehre in die Produktionslehre (Technik) und in die Betriebslehre (Oekonomik). Erstere hat die Anwendung der Naturgesetze auf die landwirtschaftliche Produktion, letztere die Anwendung der Natur- und Wirtschaftsgesetze auf die landwirtschaftliche Unternehmung zum Inhalte.

Die Produktion bezieht sich entweder auf Pflanzen, oder auf Tiere; es ist daher die Pflanzenbaulehre (Phytotechnik) von der Tierzuchtlehre (Zootechnik) zu unterscheiden. Von Beiden läßt sich wieder ein allgemeiner von einem besonderen Teile abtrennen, je nachdem die Produktion sämtlicher oder nur einzelner Pflanzen und Tiere in Betracht gezogen wird. Die allgemeine Pflanzenbaulehre bezeichnen wir mit Ackerbaulehre (Agronomie), die besondere kurzweg mit Pflanzenbaulehre.

Die Pflanzenproduktionslehre läßt den Wald-, Wein-, Obst- und Gemüse-Bau unberücksichtigt und erstreckt sich nur auf jene Pflanzen, welche auf dem Acker oder auf der Wiese kultiviert werden. Die Tierproduktionslehre bezieht sich nur auf solche Haustiere, welche durch die Art ihrer Ernährung auf den landwirtschaftlichen Pflanzenbau angewiesen sind.

Die Landwirtschaftslehre gliedert sich nach Vorstehendem in die:

1. Ackerbaulehre. (Allgemeiner Pflanzenbau.)
2. Pflanzenbaulehre. (Besonderer Pflanzenbau.)
3. Tierzuchtlehre. (Allgemeine und Besondere Tierzuchtlehre.)
4. Betriebslehre.

I.

Ackerbaulehre.

Der Ackerbau hat die Aufgabe, Stoffe und Kräfte, welche an den Boden und die Atmosphäre gebunden sind, durch die Vermittelung des pflanzlichen Lebens für den menschlichen Gebrauch geeignet zu machen.

Die Pflanze bildet das vermittelnde Moment zwischen der unbelebten Natur und dem tierischen Leben; sie allein vermag aus dem Boden das Material zum Aufbau ihres eigenen und indirekt des Tierkörpers zu entnehmen, sofern ihr nur die Kraft in ihren verschiedenen Bewegungsformen wie Wärme, Licht, Elektrizität, Schwerkraft, chemische Verwandtschaft zur Verfügung steht.

Die Lehre vom Ackerbau nimmt ihren Ausgangspunkt von der Kenntnis des Pflanzenlebens (Phytobiologie); weiterhin hat sie die Bedingungen für dasselbe, — Stoff und Kraft, Boden und Atmosphäre — festzustellen, um ermitteln zu können, inwiefern es möglich ist, entweder abgesehen vom wirtschaftlichen Vorteil — durch den wissenschaftlichen Versuch —, oder mit Rücksicht auf denselben — durch die praktische Ausführung — einen Einfluß auf das Pflanzenleben zu gewinnen. Dieser Einfluß erstreckt sich entweder auf eine Umänderung des Pflanzenstandortes durch Melioration und Bodenbearbeitung, oder auf eine Vermehrung der Pflanzennährstoffe durch Düngung, oder schließlich auf eine Unterstützung des Pflanzenlebens während der einzelnen Entwickelungsstadien des Keimens, Wachsens und Reifens.

Die Ackerbaulehre oder die allgemeine Pflanzenbaulehre hat somit zu umfassen:

1. Das Pflanzenleben.
2. Den Boden.
3. Die Atmosphäre. (Natürliche Lage.)
4. Die Melioration.
5. Die Bodenbearbeitung.
6. Die Düngung.
7. Die Saat.
8. Die Pflege.
9. Die Ernte.

I.

Das Pflanzenleben.

Das Verständnis für die Lebensvorgänge in der Pflanze wird wesentlich erleichtert, wenn die Entwickelungsvorgänge in den elementaren Formbestandteilen der Pflanze getrennt von jenen betrachtet werden, welche in der Gesamtheit des Pflanzenorganismus zur Erscheinung kommen. Die Betrachtung nach der ersten Richtung ge-

währt Aufklärung über die Verteilung des Stoffes und der mit demselben verbundenen Kraft, nach der anderen Richtung Aufklärung über die Bildung des Stoffes und die Verwendung der Kraft durch die Lebensthätigkeit der Pflanze.

Zu weiteren Studien über die morphologischen und physiologischen Verhältnisse der Pflanze empfehlen wir: Dr. J. Wiesner, Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 2 Bde., Wien 1881/1884; Dr. K. Goebel, Grundzüge der Systematik und speziellen Pflanzenmorphologie. Leipzig 1882; Dr. J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig 1882.

1. Die Verteilung des Stoffes im Pflanzenkörper.

Den elementaren Formbestandteil des Pflanzenorganismus bildet die Zelle. Dieselbe besteht in ihrer einfachsten Form, der sog. hautlosen oder primordialen Zelle, aus einem Klümpchen einer zähflüssigen, unelastischen, quellbaren Substanz, dem Protoplasma. Das Protoplasma läßt eine wasserhaltige, hyaline, überwiegend aus stickstoffhaltigen Eiweißstoffen zusammengesetzte Grundsubstanz erkennen, in welcher Kohlehydrate, Stärkemehl und Fett, meist als feine Körnchen und Tröpfchen, verteilt sind. Primordialzellen kommen bei den Samenpflanzen (Phanerogamen), welche der Landwirt vorzugsweise zu berücksichtigen hat, nur vorübergehend bei der freien Zellbildung im Embryosacke des weiblichen Blütenteiles vor. Bei derselben entsteht weiterhin in dem Protoplasmaklümpchen eine Verdichtung zu einem rundlichen Körper, der Zellkern, und durch Ausscheiden aus dem jederzeit körnchenfreien Rande des Protoplasmas (Hautschicht) und durch Umwandlung der in diesem enthaltenen Stärke ein elastisches, dünnes Häutchen, die Zellhaut (Zellmembrane).

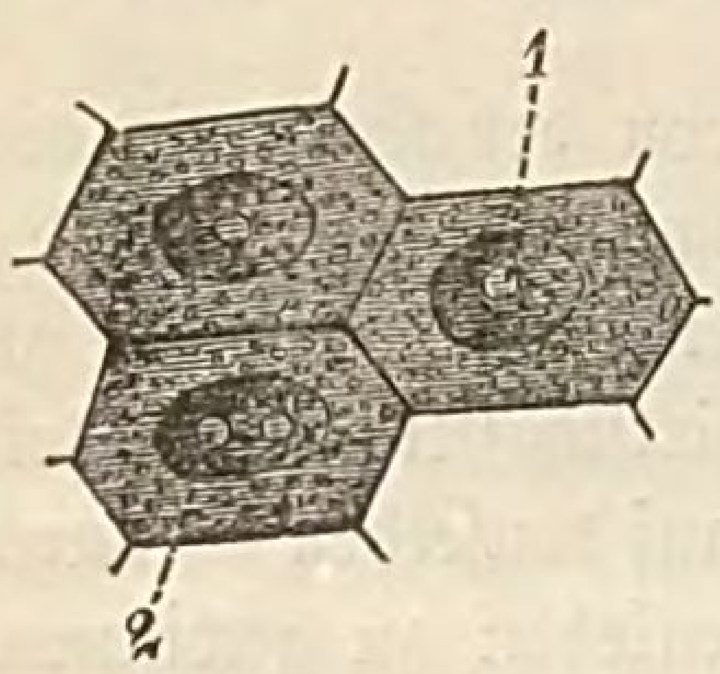


Fig. 1. Zellen aus dem Vegetationskegel eines Kartoffelstengels. — 1. Zellkern (nucleus). 2. dessen Einschlüsse Kernkörperchen (nucleoli).

Das Protoplasma zeigt die gleichen chemischen Reaktionen wie die Eiweißstoffe: Kasein, Fibrin und Albumin, indem es wie diese bei der Behandlung mit Jod gelb bis braun, und bei Behandlung mit Zuckerlösung und darauf folgendem Zusatze von konzentrierter englischer Schwefelsäure rosenrot gefärbt wird. Die Zellhaut, welche aus Cellulose ($C_6 H_{10} O_5$) besteht und ein spez. Gew. von $1{,}_{707}$ besitzt, ist für Wasser durchdringbar, in Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich, dagegen in Kupferoxyd-Ammoniak (Kuoxam) löslich. Durch Schwefelsäure wird sie derart verändert, daß sie durch Jod, wie Stärkemehl, intensiv blau gefärbt wird, während Jod allein keine Färbung hervorbringt.

Die Zellen mit einer festen Haut, Fig. 1, die gewöhnlichste Zellform, bilden in mannigfaltiger Verbindung das Zellgewebe, welches den Pflanzenkörper aufbaut. In demselben erfolgt die Neubildung von Zellen, sowohl bei der keimenden, als wachsenden Pflanze, durch Teilung einer Mutterzelle in mehrere, gewöhnlich zwei Tochterzellen. Bei der Tochterzellbildung wird die Teilung meist durch das Verschwinden des Zellkernes in der Protoplasmamasse eingeleitet; an dessen Stelle erscheinen zwei neue, durch eine hyaline Protoplasmaschichte getrennte Zellkerne. In der hyalinen Schichte wird dann plötzlich eine Zellhaut ausgeschieden, welche die Teilung der ursprünglichen Mutterzelle in die beiden neuen Tochterzellen vollendet.

Die Tochterzellbildung findet nur an jenen Stellen der Pflanze statt, welche

mit Protoplasma gefüllte Zellen (Teilungszellen) aufzuweisen haben; sobald das Protoplasma, dieser Träger der organischen Thätigkeit in der Pflanze, verbraucht ist, hört die Entwickelungsfähigkeit der Zellen (Dauerzellen) auf.

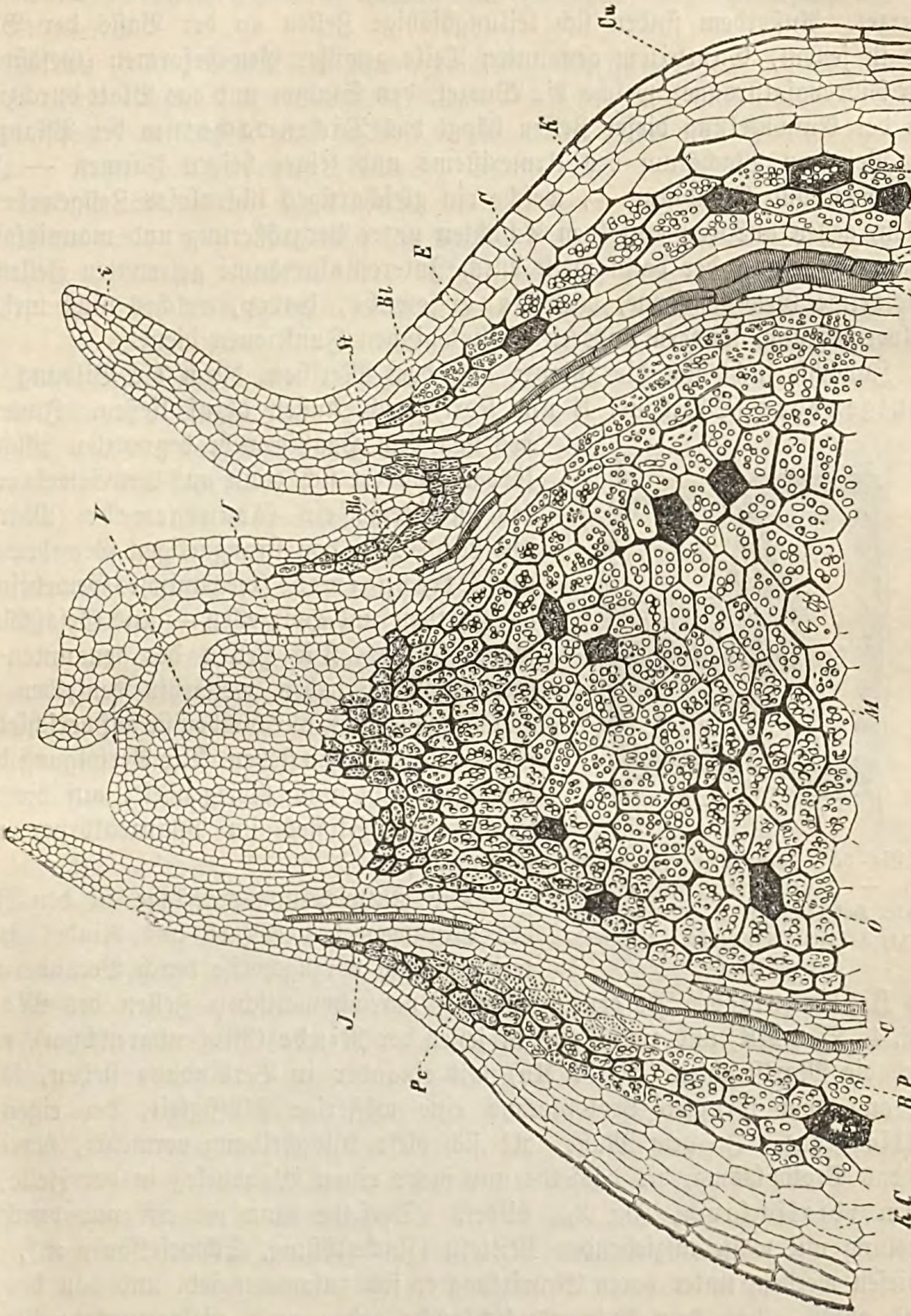


Fig. 2. Längsschnitt durch einen zur Knolle anschwellenden Tragfaden (Zweig) der Kartoffel, nach Sorauer. — V Vegetationsspitze (Urmeristem); E Epidermis; M Markkörper; RP Rindenparenchym; G Spiralgefäße als Anfänge der Gefäßbündel; Bl, Bl_2 Gefäßanlagen der schuppenförmig bleibenden Blätter i; J Intercellularräume; Pc Procambium; C Cambium; Ca Cuticula; K Kork; KC Korkcambium (Phellogen); St mit Stärke O mit Krystallen von oxalsaurem Kalk gefüllte Zellen.

Zellen jener Art bilden das Bildungsgewebe, Urmeristem, (Nägeli), Fig. 2, S. 5 V. Dasselbe findet sich als Jungparenchym stets an den Vegetationspunkten der Pflanze, an der Spitze jedes Stammes (Zweiges) und nahe der Spitze jeder Wurzel; es bewirkt das Längenwachstum der Pflanze an Stamm und Wurzel. Außerdem finden sich teilungsfähige Zellen an der Basis der Blätter und in jenem, Cambium genannten Teile gewisser Gewebeformen (Gefäßbündel oder Fibrovasalstränge), welche die Wurzel, den Stamm und das Blatt durchziehen; von der Entwickelung dieser Zellen hängt das Dickenwachstum der Pflanze ab.

Bei dem Wachstum des Urmeristems und seiner beiden Formen — Jungparenchym und Cambium —, welche ein gleichartiges lückenloses Zellgewebe darstellen, gehen aus den einzelnen Schichten unter Vergrößerung und mannigfaltiger Formveränderung der dann meist durch Intercellularräume getrennten Zellen ungleichartige Gewebesysteme, das Dauergewebe, hervor, welches nicht mehr der Zellvermehrung, sondern anderen physiologischen Funktionen dient.

Zunächst sucht sich die Pflanze aus dem Meristem durch die Bildung eines Hautgewebes (Oberhaut, E und Kork) nach Außen abzuschließen. Innerhalb des von dem Hauptgewebe begrenzten Pflanzenkörpers sondert sich dann aus den Gewebemassen des Meristems ein Grundgewebe (Mark M, und Rinde RP) von strangartigen Gewebemassen, dem Stranggewebe (mechanisches Gewebesystem, — Hartbast und Holzzellen — und Gefäßbündelsystem G) ab. Die Zellen der genannten drei Gewebesysteme haben weiterhin denselben Entwickelungsverlauf, nur bleiben sie auf verschiedenen Entwickelungsstufen stehen. Die Verfolgung dieses Verlaufes gibt uns Gelegenheit, auf die Verteilung des Stoffes im Pflanzenkörper näher einzugehen.

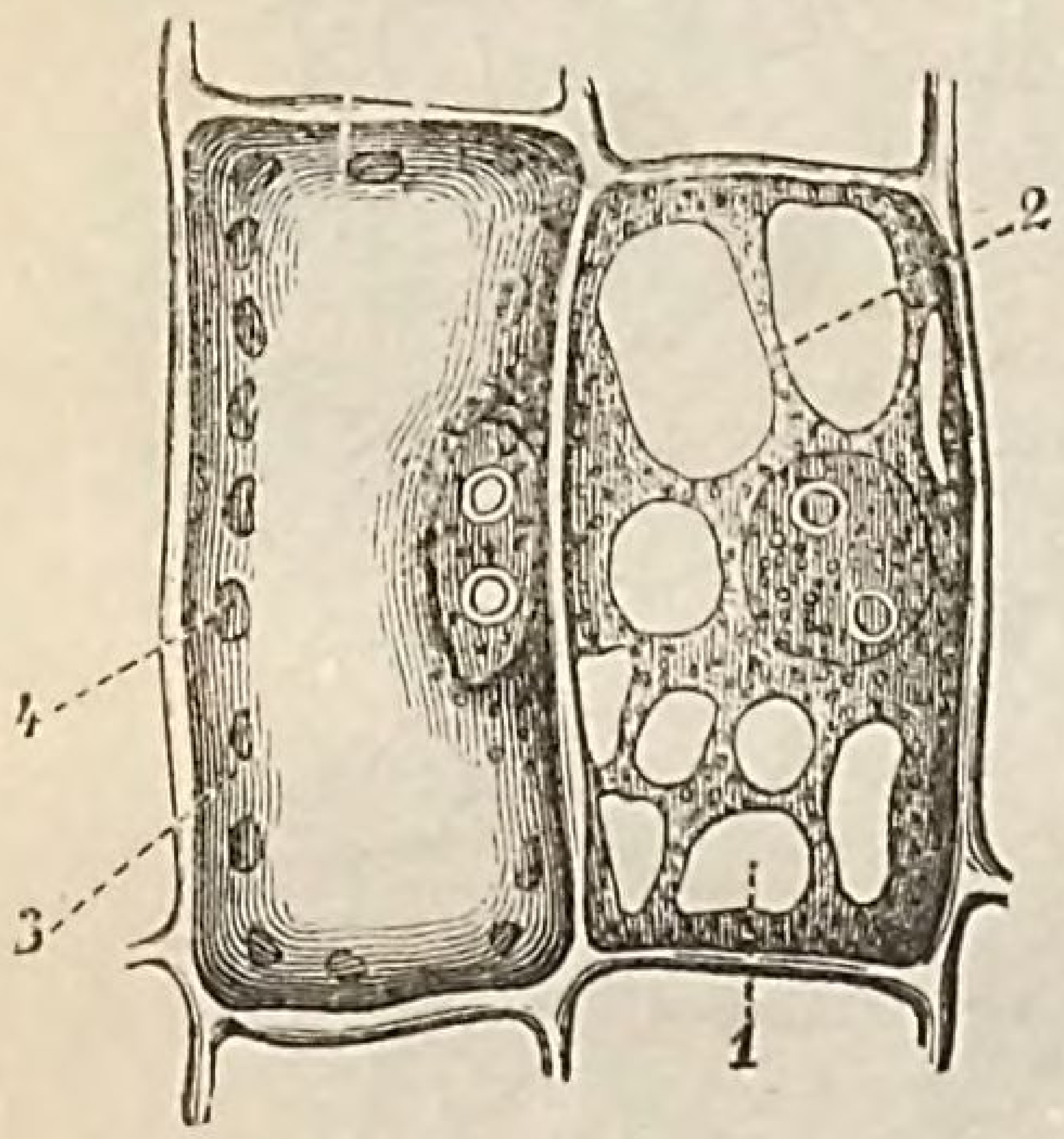


Fig. 3. Jugendliche Parenchymzellen. — 1 Vakuolen (mit Zellsaft erfüllte Hohlräume); 2 Protoplasmastränge; 3 Primordialschlauch; 4 Chlorophyllkörper.

Die Entwickelungsvorgänge in den Zellen des Grundgewebes (Mark und Rinde) charakterisieren sich vorzugsweise durch Veränderungen des Zellinhaltes. In den gewöhnlich parenchymatischen Zellen des Markes (Fig. 4, S. 8 MK) und zum Teile in jenen der Rinde (Rindenparenchym), welche durch die Markstrahlen (Fig. 4 Mn) mit einander in Verbindung stehen, scheidet sich aus dem körnigen Protoplasma eine wässerige Flüssigkeit, der eigentliche Zellsaft aus. In dem Maße, als sich diese Ausscheidung vermehrt, verringert sich das Protoplasma, bis dasselbe nur mehr einen Wandbeleg in der Zelle, den Primordialschlauch, Fig. 3,$_{2}$, bildet. Derselbe kann oft erst nur durch Behandlung mit wasserentziehenden Mitteln (Zuckerlösung, Schwefelsäure ꝛc.), nachgewiesen werden, unter deren Einwirkung er sich zusammenzieht und von der Zellwand ablöst. Von dem Primordialschlauche gehen meist vielverzweigte Plasmaströmungen und Fäden, $_{2}$, durch das Lumen der Zelle zu dem stets im Protoplasma eingebettet bleibenden Zellkerne. Der ausgeschiedene Zellsaft besteht aus einer wässerigen Lösung von Eiweißstoffen, Zucker, Gummi, Gerbstoffen, Pektinstoffen, Pflanzensäuren, Alkaloiden, Salzen, in der sich auch häufig feste Ausscheidungen,

wie Stärkekörner, Öltröpfchen und Krystalle finden. Derselbe dient nicht nur als Lösungs- und Transportmittel für die Nahrungsstoffe und für die überflüssig gewordenen Stoffwechselprodukte, sondern nimmt auch durch seinen Gehalt an Wasser unmittelbaren Anteil an dem Aufbau der Zellhaut, des Protoplasmas, der Stärkekörner ꝛc.

In den Zellen, welche das parenchymatische Blattgewebe (Mesophyll) und die grünen Rindenschichten des Stengels bilden, entstehen aus körnchenfreiem Protoplasma kleine, anfänglich gelb gefärbte, dann unter Licht- und Wärmeeinfluß ergrünende Körner, Chorophyllkörner, welche, wie der Zellkern, stets nur im Protoplasma vorkommen. In den Chlorophyllkörnern erscheinen neben dem grünen, in Alkohol und Äther löslichen Farbstoff, dem Chlorophyll (Blattgrün), in wechselnden Mengen Stärkekörner, welche mitsamt den Chlorophyllkörnern im Herbst, vor dem Blätterabfall wieder aufgelöst und dem Stamme zugeführt werden. In allen jungen, mit Stärkekörnern gefüllten Organen entstehen dagegen die Chlorophyllkörner, durch Umhüllung je eines Stärkekornes mit grünem, resp. gelbem Plasma. Durch die Bildung von Stärke oder von neuer organischer Substanz aus den aufgenommenen unorganischen Pflanzennährstoffen (Assimilation) erlangen die Chlorophyllkörner eine hohe Bedeutung für das Pflanzenleben.

Bei dem zweiten Gewebesysteme, dem Stranggewebe, (den Gefäßbündeln und dem damit verschmolzenen mechanischen Gewebesystem), beziehen sich die stofflichen Umänderungen sowohl auf den Zellsaft, als auch auf die Zellhaut.

Der Zellinhalt erfährt ähnliche Veränderungen wie in den Zellen des Grundgewebes. Im jugendlichen Zustande, nach der Differenzierung aus dem Meristem, werden die Gefäßbündel von protoplasmahaltigen Zellen, dem Procambium, Fig. 2, S. 5 Pc, gebildet. Bei der weiteren Differenzierung des Procambiums in Gefäße und Holzzellen wird das Protoplasma zur Bildung des Zellsaftes und der Verdickungsschichten verbraucht. Noch später tritt in den Gefäßen und Holzzellen an Stelle des Zellsaftes Wasser oder Luft, so zwar, daß nur die verholzte und verdickte Zellwand übrig bleibt.

Die Zellhaut erfährt durch die Einlagerung nicht nur von weiterem, aus dem Protoplasma ausgeschiedenen Zellstoff (Cellulose), sondern auch von Wasser und von unverbrennlichen Stoffen (Aschenbestandteilen) mannigfaltige Veränderungen. Die Einlagerung von neuem Zellstoff und von Wasser macht sich durch eine eigentümliche Streifung und Schichtung der Zellhaut bemerkbar; sie führt zu einer allmählichen Verdickung der Zellwand. Diese Verdickung erstreckt sich gewöhnlich nicht gleichmäßig über alle Teile der Zellwand, sondern einzelne Stellen — in benachbarten Zellen immer an demselben Ort — bleiben unverdickt. Die Verdickungsschichten erscheinen daher entweder wie bei den Gefäßen, Fig. 4, PG, — langen röhrenförmigen Gebilden, welche durch Auflösung der Querwände zahlreicher, in einer Reihe übereinander liegender Zellen entstehen — in Form von Ringen, Spiralen, Gittern, Treppen, oder wie bei den Holzgefäßen in Form von Hoftüpfeln.

Mit der Verdickung der Zellwand ist gewöhnlich eine teilweise Umwandlung des Zellstoffes in Holzstoff verbunden (Verholzung).

Der Holzstoff (Lignin $C_{18}H_{24}O_{10}$) unterscheidet sich von dem Zellstoff dadurch, daß er nicht wie dieser durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt wird. Konzentrierte Schwefelsäure greift den Zellstoff an und läßt den Holzstoff übrig. Durch Kochen in

Salpetersäure mit chlorsaurem Kali wird dagegen der Holzstoff aufgelöst, während der Zellstoff nicht angegriffen wird. Schwefelsaures Anilin färbt die verholzte Zellmembran gelb.

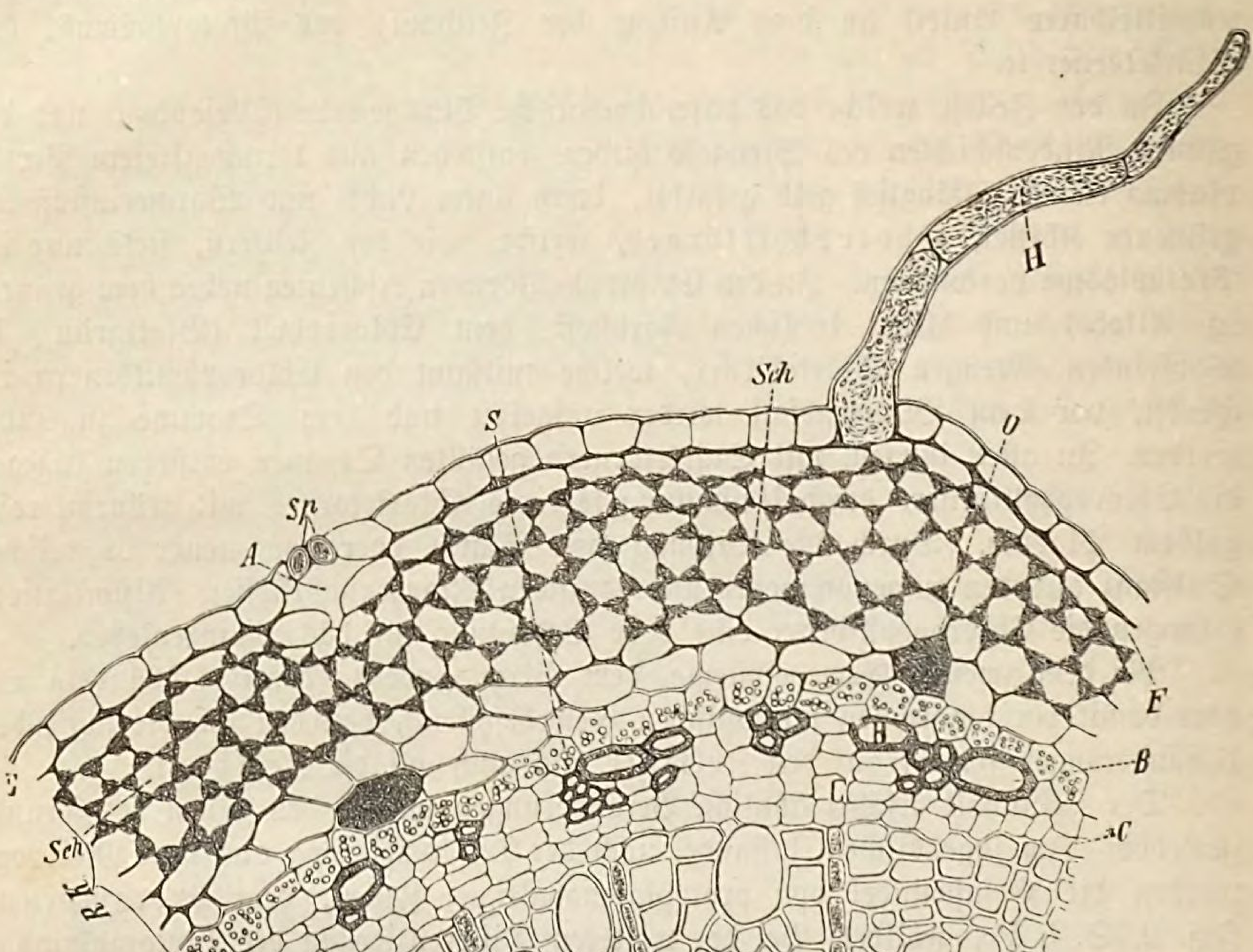


Fig. 4. Querdurchschnitt durch einen jungen Kartoffelstengel, nach Sorauer. — C Cambium; HK Holzkörper (Xylemteil des Gefäßbündels); PG Gefäße; Mn Markstrahlen; B Bastzellen (Phloemteil); MK Markkörper; S Siebröhren; B^2 Bastzellen. O Zellen mit oxalsaurem Kalk; StR Stärkering (Gefäßbündelscheide); RK Rindenkörper, Sch Leimgewebe (Collenchym, eigentümlich verdickte, quellungsfähige dem mechanischen Gewebesystem angehörige Zellen); E Epidermis, Sp Spaltöffnung, A Atmungshöhle, H Haar.

Besondere Erwähnung verdient die verschiedene Ausbildung der Gefäßbündel bei den beiden großen Gruppen der Samenpflanzen. Bei den monokotylen Pflanzen wird das Procambium vollständig in nicht mehr wachstumfähiges Dauergewebe oder in geschlossene Gefäßbündel umgewandelt, welche aus Gefäßen, Gitter- und Holz-Zellen zusammengesetzt sind. Bei den offenen Gefäßbündeln der dikotylen Pflanzen bleibt dagegen ein Zellgewebe, das Cambium, Fig. 4. C, in fortbildungsfähigem Zustande. Im letzteren Fall entstehen aus dem fortwachsenden Cambium auf der einen, der Pflanzenachse zugekehrten Seite, dem Holz- oder Xylemteil, stark verholzte, von Gefäßen und Holzparenchymzellen durchzogene Holzzellen HK (mäßig verdickte Tracheïden mit Hoftüpfeln und dickwandige Libriformfasern), auf der entgegengesetzten Seite, dem Bast- oder Phloëmteil, der elastische, saftige Weichbast (Cambiformzellen und Siebröhren) und die zähen, festen, meist stark verdickten, Hartbastzellen B. Gegen die Nachbargewebe werden die Gefäßbündel durch ein- bis mehrschichtige Gefäßbündelscheiden abgegrenzt, welche entweder aus gestreckt parenchymatischen, Stärkekörner führenden Zellen (Stärkescheiden, Fig. 4, StR), oder aus prosenchymatischen, verholzten Zellen (Schutzscheiden) bestehen.

Das dritte Gewebesystem, das Hautgewebe, hat als Oberhaut E verhältnißmäßig nur eine kurze Lebensdauer. Da sich die Oberhaut nicht vergrößert, so wird sie bei dem Dickenwachstum der Pflanze, bei mehrjährigen Stämmen und Wurzeln bald abgestreift. Man unterscheidet: das Epithel, welches Blumenblätter, Staubfäden ꝛc., die Epidermis, welche Blätter und Stengel, und das Epiblem, welches die Wurzeln und Knollen bedeckt.

Die Epidermis bildet gewöhnlich nur eine einreihige Zellschicht an der Oberfläche des Pflanzenkörpers, welche dadurch charakterisiert ist, daß sich die freie Außenfläche der Zellen, unter gleichzeitiger Verdickung, in eine vom Wasser nicht benetzbare und für Wasser und Luft undurchdringliche Substanz, die Cuticula, Fig. 2 S. 5, Cu umwandelt. Sie hat, wie später ausgeführt wird, durch die Ausstülpung von Haaren, (Trichome), Fig. 4, H, und durch die Bildung von Spaltöffnungen (Stomata), Sp, an allen Pflanzenteilen mit Ausnahme der echten Wurzeln, eine hohe Bedeutung für das Pflanzenleben.

Wird die Epidermis bei fortschreitendem Wachstum der Pflanze abgestreift oder sonst wie durch Verletzung entfernt, so entsteht aus einer Zelllage unter der Epidermis, dem Phellogen (Folgemeristem), ein kompliziertes, luftführendes Gebilde, die zweite Form des Hautgewebes, der Kork, (Periderm), Fig. 2, S. 5, K, welcher die Pflanze noch viel ausgiebiger gegen außen schützt. Auf dem Periderm oder früher als dasselbe bilden sich Korkwärzchen (Lenticellen), welche eine ähnliche Bestimmung wie die Spaltöffnungen besitzen.

Die cuticularisierte oder verkorkte Zellwand wird zum Unterschiede von der verholzten Zellwand auch nach dem Kochen in Kali von Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt und von konzentrierter Schwefelsäure noch langsamer als die verholzte Zellwand angegriffen.

Außer der Verholzung, Cuticularisierung und Verkorkung kann die Zellwand noch weitere Veränderungen erfahren, welche jedoch in den verschiedensten Gewebesystemen zum Vorschein kommen. So wird die Zellhaut zuweilen in eine in Wasser stark aufquellende, gallertartige Masse verwandelt.

Einer derartigen Verschleimung unterliegt z. B. die Zellhaut in den Endospermzellen des Hafers oder in den Oberhautzellen der Samenschale des Leines, des Rotklees und der Luzerne. Derartige Schleime werden nach F. Hofmeister, wie Stärkemehl, mit Jod allein blau gefärbt. Nach J. Kühn (Die zweckmäßige Ernährung des Rindviehes. 7. Aufl. Dresden 1878, S. 45) bestehen auch die Membranen des Zellgewebes in den Samenlappen des Leines aus einer solchen, der Stärke sich analog verhaltenden Modifikationen des Zellstoffes.

Häufiger lagern sich auch unverbrennliche Stoffe, Kalk und Kieselsäure, in größeren Mengen in die Zellhaut ein. Diese mineralischen Einlagerungen bleiben bei dem Glühen des betreffenden Pflanzenteiles als Aschenskelett zurück.

Kieselskelette erhält man z. B. bei dem Glühen der Gefäßzellen von Quercus suber, Phragmites communis 2c. Bei den Gramineen verkieseln am häufigsten die Epidermiszellen, besonders dort, wo sich ein Haar ausstülpt. Kalkskelette geben die Gefäßzellen von Cucurbita pepo. Die Einlagerung von Kalk erfolgt auch in Form von Kristallen, welche zuweilen, wie in der Epidermis der Hopfenblätter, als Kristalldrusen (Cystolithen), in das Innere der Zelle hineinwachsen.

Schließlich finden sich in den Zellen der verschiedensten Gewebesysteme besonders in den meist dünnwandig bleibenden Zellgeweben der Samen, Knollen, Zwiebeln, Knospen 2c. feste Ablagerungen von eiweißartigen Körpern, Fettkörnern, Stärkekörnern, Öltröpfchen, Kristallen (Fig. 4, S. 8, O) u. s. w., welche größtenteils als sogenannte Reservestoffe, für den Aufbau neuer Zellen zur Zeit der wiederbeginnenden Vegetation aufgespeichert werden. —

Nach der chemischen Zusammensetzung werden die festen und flüssigen Stoffe, welche den Pflanzenkörper aufbauen, je nach dem Vorhandensein von Stickstoff, in stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe unterschieden.

Die stickstoffhaltigen Stoffe kommen vorzugsweise im Protoplasma vor, welches entweder im flüssigen, körnigen Zustande die jugendlichen Zellen erfüllt, oder, wie in dem Endosperm der Samen, als steife, brüchige Masse abgelagert ist. Außerdem kommt das Protoplasma in krystallähnlichen Formen, Kristalloiden, z. B. in den Kartoffelknollen, oder in rundlichen Klumpen mit Fett gemengt, als sog. Aleuronkörner vor, z. B. in Maiskörnern, in den Kotyledonen der Hülsenfruchtsamen 2c. Das Protoplasma besteht vorzugsweise aus den Proteinstoffen (Eiweißkörpern): Eiweiß, Kleber und Pflanzenkasein, welche aus Kohlenstoff (nach Ritthausen[1]) schwankend von 51,0 — 54,7 %), Wasserstoff (6,92 — 7,73 %), Sauerstoff (20,55 — 24,33 %), Stickstoff (15,6 — 18,4 %) und Schwefel (0,4 — 1,55 %) zusammengesetzt sind.

Die größte Verbreitung im Pflanzenkörper und zwar im Zellsaft in löslicher, im übrigen in unlöslicher Modifikation erlangt von den verschiedenen Proteinstoffen das Pflanzeneiweiß (Pflanzenalbumin). Dasselbe ist in Wasser löslich und gerinnt bei dem Erhitzen auf 60—70° C.

Der Kleber findet sich in der Kleberschicht (Fig. 7, S. 14), einer einfachen, bei Hafer, in der Nähe des Keimes, doppelten, bei Gerste dreifachen Zellreihe, unter der Samenhaut der Getreidekörner. Derselbe besteht aus mehreren Formen von Proteinstoffen (a. Gliadin [Pflanzenleim], b. Muzedin und c. Glutenfibrin [Pflanzenfibrin]), welche sämtlich in Alkohol und verdünnten Säuren löslich, und im wasserhaltigen Zustande eine zähe Masse bilden.

[1]) H. Ritthausen, Die Eiweißkörper der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Ölsamen Bonn 1872, S. 229.

Das Pflanzenkaseïn (a. Legumin, b. Glutenkasein, c. Konglutin) kommt am häufigsten in der im alkalischen Wasser leicht löslichen Modifikation des Legumins vor, welches in Form von zahlreichen, bei der Reife vertrocknenden Protoplasmakörnchen, die Zellen der Hülsenfrüchte, des Hafers (Avenin) und in sehr geringen Mengen des Maises, neben Stärke ausfüllt.

Außerdem kommen in lebenden Pflanzen, namentlich in etoilierten Keimen, bis zu 15 % der Trockensubstanz, sowie in den Wurzeln und Knollen als Zersetzungsprodukte der Eiweißkörper oder wahrscheinlich aus Kohlehydraten und Salpetersäure synthetisch gebildet: Säureamide und Amidosäuren vor, wie z. B. Asparaginsäure, Glutaminsäure, Leuzin, Tyrosin ꝛc. Von anderen stickstoffhaltigen Stoffen wurden in den Pflanzen gefunden: die Fermente: Diastase, Emulsin, Myrosin; die Glukoside: Amygdalin, Solanin, Myronsäure; die Alkaloïde: Nikotin, Koniin ꝛc.

Von den stickstofffreien, aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Stoffen werden die Kohlehydrate und von diesen, abgesehen von dem Zellstoff (S. 4 und 7) und seinen Umwandlungsprodukten, das Stärkemehl ($C_6H_{10}O_5$) in größter Menge in den Zellen der Samen, Knollen ꝛc. aufgespeichert.



Fig. 5. Stärkemehlkörner aus der Kartoffelknolle.

Die Stärke erscheint je nach der Pflanzenart, in verschieden gestalteten Körnern, Fig. 5, welche durch abwechselnd wasserreiche und wasserarme Schichten einen konzentrisch geschichteten Bau zeigen. Die einzelnen Schichten gruppieren sich stets um einen sehr wasserreichen Kern. Zuweilen finden sich, wie in den zusammengesetzten Stärkemehlkörnern der Festuca-Arten und Polygoneen, zwei und mehr Kerne. In den Samen von Weizen, Roggen und Gerste sind die Stärkemehlkörner einfach linsenförmig, in den Kartoffeln eiförmig, bei Mais, Hirse abgerundet eckig.

Im kochenden Wasser quellen die Stärkekörner auf und zwar die weicheren, wasserreicheren Schichten schon bei 45° C., die äußerste dichte, wasserärmste Schichte erst bei 70° C. Bei 86° C. ist die Quellung oder Verkleisterung vollständig eingetreten. Jedes Stärkekorn besteht aus Wasser, einer geringen Menge Asche und aus der Stärkesubstanz (Amylum). Letztere besteht wieder aus einem leicht löslicheren Teile, der Granulose, welche von Jodlösung schön blau gefärbt wird, und aus einem schwerer löslichen Teile (2—6%) der Stärke-Cellulose, welche, wie der verwandte Zellstoff, durch Jod gelb und erst bei Anwendung von Schwefelsäure blau gefärbt wird.

Die Lösung der Granulose erfolgt bei dem Zerdrücken oder Zerreiben der Stärkekörner mit Quarzkörnern in Wasser oder durch Mazeration in Speichel bei erhöhter Temperatur, ebenso durch die in den keimenden Samen sich bildende Diastase und durch die Einwirkung verdünnter Säuren. Bei der gleichmäßigen Vermengung von Granulose und Cellulose in den Stärkekörnern werden diese, bei beginnender Einwirkung des Lösungsmittels, durch Ausziehen der Granulose allmählich korrodiert, bis schließlich bei längerer Einwirkung des Lösungsmittels auch die Stärke Cellulose zum größten Teile gelöst wird.

Bei der Keimung und dem Wachstum der Pflanzen wird das Stärkemehl in Stärkegummi (Dextrin $C_6H_{10}O_5$) und weiterhin in Traubenzucker (Dextrose $C_6H_{12}O_6$) überführt. Der letztere, gleichfalls zu den Kohlehydraten gehörende Körper kommt, sowie der in Rübenwurzeln, in den Halmen der Getreidepflanzen während der Blüte derselben, und in manchen Früchten enthaltene Rohrzucker (Saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$), häufig im Gemenge mit Fruchtzucker (Lävulose $C_6H_{12}O_6$) als Invertzucker gelöst im Zellsaft vor.

Von anderen stickstofffreien Stoffen finden sich in den Pflanzenzellen, als nicht gelöste Ablagerungen, die Pektin- oder Pflanzengallertstoffe. Dieselben sind höchst wahrscheinlich als Umwandlungsprodukte der Zellhaut anzusehen, welche zunächst in die in Wasser unlösliche Pektose (Frémy) übergeht. Aus der Pektose entstehen durch Einwirkung der Pflanzensäuren das lösliche, gallertartige Pektin und Parapektin. Letztere bilden sich in den reifenden Früchten und in dem Safte der Wurzeln verschiedener Rübenarten.

Mit Wasser quillt das Pektin erst bei einer höheren, über 60° liegenden Temperatur an, eine Eigenschaft, welche bei der Zuckergewinnung aus den Rübenwurzeln nach dem Robert'schen Diffusionsverfahren (osmotische Mazeration) ausgenutzt wird.

Zu den stickstofffreien Stoffen gehören schließlich die in mannigfaltigen Verbindungen oder im freien Zustande gelöst vorkommenden Pflanzensäuren (Ameisen- $C H_2 O_2$, Oxal- $C_2 H_2 O_4$, Wein- $C_4 H_6 O_6$, Äpfelsäure $C_4 H_6 O_5$ 2c.), die in größter Menge in den Samen der Ölfrüchte enthaltenen fetten Öle (Verbindungen von Palmitin-, Stearin- und Oleïnsäure mit Glyceryloxyd), dann die Wachsarten (Verbindungen der Fettsäuren mit Ceryloxyd oder Myricyloxyd), die ätherischen Öle, die Harze, die Glukoside, die Gerbstoffe, die Bitterstoffe, und die Pflanzenfarbstoffe (Antokyan 2c.). —

Vom allgemeinen Gesichtspunkt aus betrachtet, ist jeder Pflanzenkörper aus Wasser und Trockensubstanz zusammengesetzt. Letztere bleibt zurück, wenn man die Pflanze einer Temperatur von 100—110 °C. aussetzt, bei welcher sich das Wasser verflüchtigt.

Wachsende Organe besitzen gewöhnlich 80—90 %, Splintholz 30—50 %, Blätter 60—70 %, fleischige Wurzeln und Früchte 70—90 %, Samen 10 % Wasser.

Wird die Trockensubstanz einer noch höheren Temperatur ausgesetzt, geglüht, so entweicht der größte Teil, die verbrennliche oder organische Substanz der Pflanze als Wasserdampf, Kohlensäure und Ammoniak, während ein kleiner Rest, die unverbrennliche oder Mineralsubstanz (Asche) zurückbleibt.

Der Aschegehalt beträgt meist nur wenige Prozente der Trockensubstanz (Kiefernholz 0,3 Tabakblätter 17,16 %).

Der verbrennliche Teil wird von jenen organischen Stoffen gebildet, welche in ihrer Verteilung im Pflanzenkörper weiter oben näher besprochen wurden. Trotz der großen Zahl der dort angeführten näheren Stoffbestandteile des Pflanzenkörpers sind es doch nur die Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, welche zu ihrer Bildung erforderlich sind.

Die Elementarzusammensetzung des unverbrennlichen Pflanzenteiles, der Asche, ist dagegen eine viel mannigfaltigere. Ausnahmslos finden sich in der Pflanzenasche: Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Schwefel und Phosphor. Ohne diese Elemente ist ein Wachstum der Pflanzen unmöglich. Gewöhnlich enthält die Pflanzenasche auch noch: Natrium, Lithium, Mangan, Silicium und Chlor, die Asche der Meerespflanzen: Jod und Brom. Außerdem wird, nach der großen Verbreitung im Tierkörper zu schließen, das Vorkommen von Fluor vermutet, ohne daß es bisher gelungen wäre, dasselbe chemisch in der Pflanzenasche nachzuweisen. Seltener finden sich, meist je nach der besonderen Beschaffenheit des Pflanzenstandortes: Cäsium, Rubidium, Aluminium, Kupfer, Zink, Silber, Kobalt, Nickel, Bor, Strontium, Baryum, Arsen, Blei.

2. Die Bildung des Stoffes im Pflanzenkörper.

Die Pflanze vermag durch ihre Lebensthätigkeit weder die Elemente des Wassers, noch die Elemente der verbrennlichen Substanz und der Asche neu zu schaffen. Dieselben müssen als Pflanzennährstoffe von außen, aus der Luft und dem Boden aufgenommen werden. Mit den Pflanzennährstoffen treten zugleich molekulare Kräfte in den Pflanzenkörper ein, welche im Verein mit jenen Kraftformen, die durch das Licht, die Wärme und die Schwerkraft der Pflanze zukommen, die Ueberführung der aufgenommenen Elementarstoffe in jene Formbestandteile bewerkstelligen, welche den Pflanzenkörper aufbauen.

Die Wanderungen, welche dabei der Stoff von seiner Aufnahme bis zu seiner Verwendung zu machen hat, erfolgen stets durch die vollkommen geschlossene Zellwand, welche selbst bei der stärksten Vergrößerung keine Öffnungen erkennen läßt. Diese Erscheinung, welche als Diffussion bezeichnet wird, kann daher nur durch die Voraussetzung eines eigentümlichen molekularen Baues der Zelle und ihres Inhaltes erklärt werden.

Nach Nägeli's Theorie (Hofmeister, Handbuch der physiologischen Botanik. Leipzig 1865, 4. Bd. S. 398) sind die Zellwand, die Stärkekörner und die protoplasmatischen Gebilde aus Kristallmolekülen zusammengesetzt, welche sich nicht gegenseitig berühren, sondern von Wasserhüllen auseinander gehalten werden. Diese Wasserhüllen bilden den Weg, auf welchem das Wasser und in demselben gelöste feste Stoffe in die Zellwand oder in das Innere der Zelle von dem die Pflanze umgebenden Medium (Boden) oder von einer benachbarten Zelle eintreten können. Das Wachstum der organisierten Gebilde wird nach dieser Theorie dadurch herbeigeführt, daß sich entweder aus den aufgenommenen Stoffen zwischen den schon vorhandenen Kristallmolekülen neue Moleküle mit Wasserhüllen einschieben (Wachstum durch Intussusception), oder die vorhandenen Moleküle sich durch Ansatz neuer Teile vergrößern (Wachstum durch Apposition).

Die erste, stets von dem Samen ausgehende Lebensthätigkeit der Pflanze, das Keimen, beschränkt sich im Allgemeinen auf die Umänderung der in den Pflanzensamen aufgespeicherten Reservestoffe in jene Stoffe, welche die Keimpflanze aufbauen. Erst die wachsende Pflanze vermehrt ihren Körper durch Stoffaufnahme von außen; während in der reifenden Pflanze größtenteils die im Verlaufe des Wachstums neugebildeten Stoffe wieder in den Samen abgelagert werden. Die Wachstumsvorgänge in der keimenden und reifenden Pflanze beziehen sich daher nur auf den Stoffwechsel, während bei der wachsenden Pflanze zu dem Stoffwechsel, die Neubildung von organischen Stoffen aus der aufgenommenen Nahrung, die Assimilation, hinzukommt.

Diese Verschiedenheit in den Bildungsvorgängen je nach der Lebensperiode der Pflanze erfordert daher eine getrennte Betrachtung.

1. Die Pflanze während der Keimung.

In jedem Samen, aus welchem eine Keimpflanze hervorgehen soll, findet sich umgeben von der schützenden Samenhaut (Samenschale, Fig. 6, a) ein Keim (Embryo, Fig. 7, e) und wenigstens der Anlage nach ein Mehlkörper (Endosperm, Fig. 7, a). Bei den monokotylen Pflanzen, wie bei unseren Getreide- und sonstigen Graspflanzen, ist der Mehlkörper gegenüber dem Keime kräftig entwickelt; Letzterer beträgt vom Gewicht des ganzen Kornes bei Weizen 2—3, bei

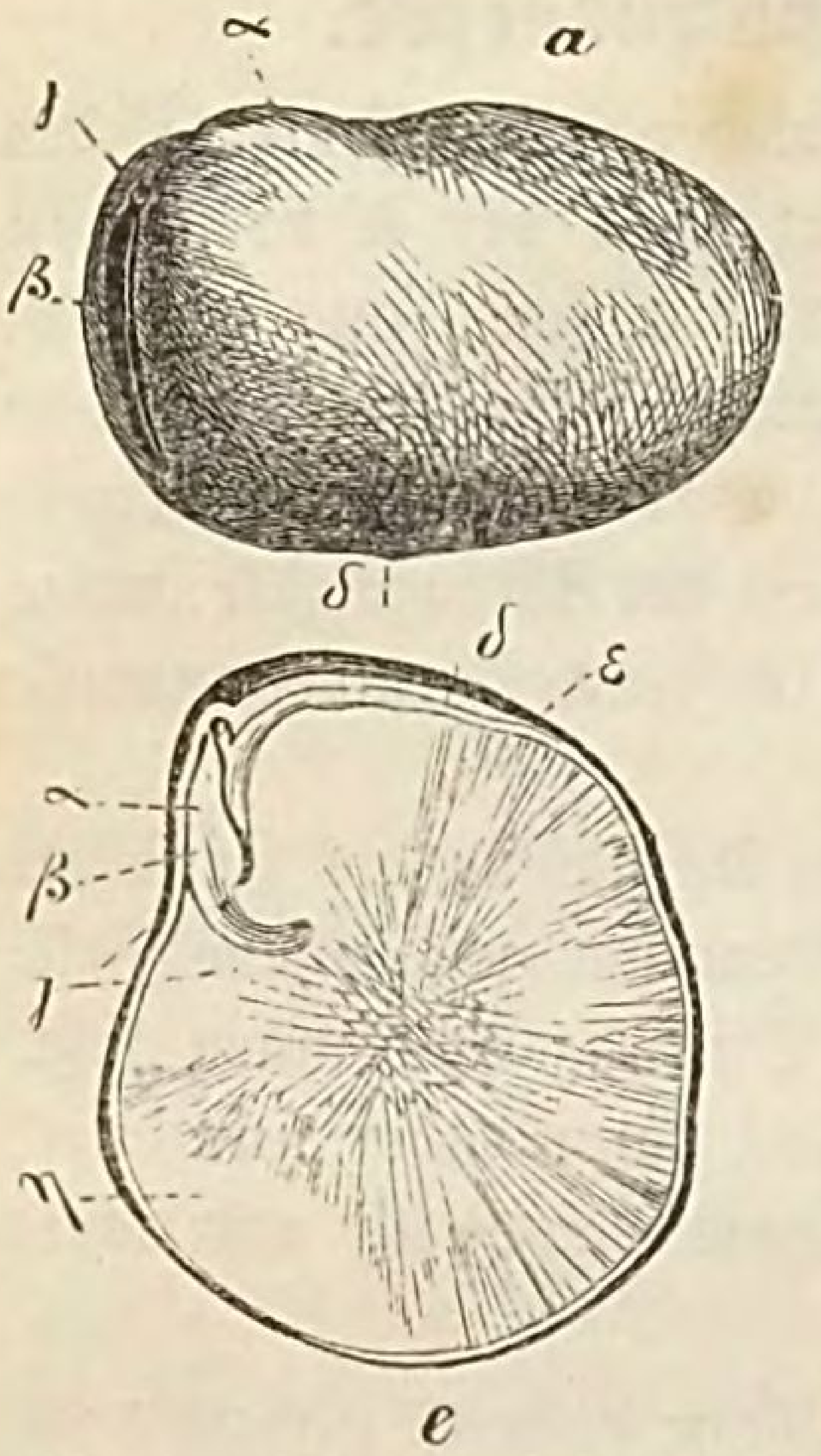


Fig. 6. Große Saubohne (Vicia Faba L.) ⊙ — a Same mit Samenschale (Testa): α Lage des Würzelchen, β Nabel, γ Mikropyle, δ Samenschwiele; e Längendurchschnitt des Samens: α Samentasche, β Radicula, γ Plumula, δ schwammiges Parenchym der Samenhaut, ε Nabel, η Kotyledon.

Mais 10—14 %. Bei den dikotylen Pflanzen wird der Mehlkörper durch den Embryo ganz verdrängt, so zwar, daß der ausgereifte Same nur von der Masse des Embryo's, ausgefüllt wird und dann kein Endosperm besitzt. In manchen Fällen, wie bei Rübe, Kartoffel, Buchweizen, Umbelliferen erfolgt diese Verdrängung nur theilweise; die Samen dieser dikotylen Pflanzen enthalten daher gleichfalls ein Endosperm.

Der Embryo besteht aus: der **Hauptwurzel** (Radicula Fig. 6, e, β), zu welcher bei den Gräsern in der Anlage noch einige, meist 4 Seitenwurzeln hinzukommen, der embryonalen **Stammachse** (Cauliculus) und dem nackten, oder mit einer kleinen **Blattknospe** (Plumula e γ) versehenen Vegetationskegel.

Zur Seite des Stammes ist bei den monokotylen Pflanzen ein **Keimblatt** (Kotyledon), bei den dikotylen Pflanzen sind zwei fleischige, meist bedeutend entwickelte, den Raum des Samens oft ganz ausfüllende Keimblätter, Fig. 6, η angewachsen. Bei den monokotylen Graspflanzen wird die embryonale Blattknospe von dem einen Keimblatte ganz umhüllt, welches bei der Keimung als häutige, farblose Scheide aus dem Samen hervortritt. Außer dieser Kotyledonarscheide findet sich im Grassamen ein schildförmiges, aus dem ersten Stammknoten hervorwucherndes Anhängsel, Scutellum, Fig. 8, S. 16 d, welches von Sachs, entsprechend seiner Funktion durch Vermittelung eines aus einer Reihe großer, würfelförmiger Zellen bestehenden Epitheliums die Reservestoffe aus dem Samen aufzusaugen und dem Embryo zuzuführen, Saugorgan genannt wird.

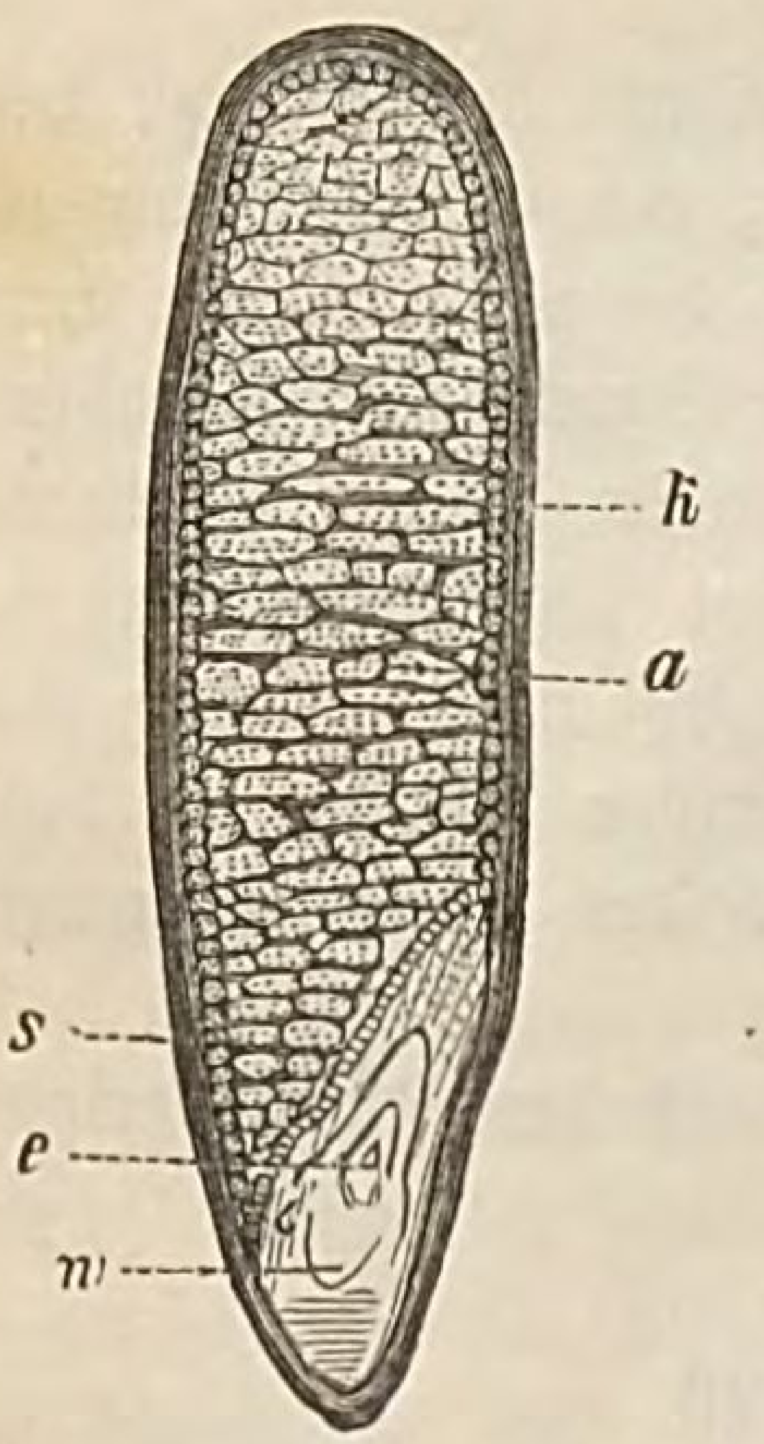


Fig. 7. Schematischer Längsschnitt durch einen Grassamen. — e Embryo (Knöspchen, Stammachse), w Würzelchen, s Epithel des Scutellums; a Mehlkörper (Endosperm), k Kleberschicht.

Das Endosperm und die dem Embryo angehörenden Keimblätter bilden die Reservoire, in welchen für die Entwickelung des Keimes zur Keimpflanze sowohl stickstoffhaltige, als stickstofffreie Nährstoffe, **Reservestoffe**, aufgespeichert sind. Die stickstoffhaltigen Reservestoffe finden sich in Form verschiedener Eiweißkörper in den endospermfreien Samen in den Kotyledonen, in den Samen im Zellgewebe des Endosperms, des Scutellums und in einer unter der Samenhaut liegenden, äußersten Zellschichte des Mehlkörpers, der Kleberschicht, Fig. 7, k und Fig. 8 a. Die stickstofffreien Reservestoffe füllen in reichlichster Menge entweder als Stärkekörner, oder als Fett, oder als Gemenge beider, neben spärlichen Proteïnstoffen, die Zellen des Endosperms oder der Keimblätter.

Ähnlich wie das Endosperm und die Keimblätter die Reservestoffbehälter für den Embryo im **Samen**

bilden, dienen die Stammteile, die Knollen, Rhizome, Zwiebeln und Wurzeln als Reservestoffbehälter bei jenen Pflanzen, welche durch Knospen fortgepflanzt werden können. Als stickstofffreie Reservestoffe kommen hier am häufigsten Stärkekörner, neben den meist in den äußeren Zelllagen oder in dem Cambium der Gefäßbündel abgelagerten Proteïnstoffen vor. In den Knollen des Topinambur tritt an Stelle der Stärke das verwandte Inulin, in den Zwiebelschuppen von Allium Cepa nach Sachs eine dem Traubenzucker ähnliche Substanz und in der Runkelrübenwurzel der Rohrzucker.

Zur Entfaltung des Keimes oder der Knospen sind, außer einer bestimmten Wärmemenge, Wasser und sauerstoffhaltige Luft erforderlich; das Licht ist entbehrlich.

Die Keimung der Samen beginnt im Allgemeinen mit der Aufnahme von Wasser, welche durch das Aufquellen der Samenhaut kenntlich wird. Bei weiterer Wasseraufnahme tritt eine Volumvermehrung des Embryos und der Keimblätter ein. Durch das eingedrungene Wasser werden die im Samen aufgespeicherten Reservestoffe gelöst und dem Embryo zugeführt. In Folge davon gehen in den Geweben des Embryos, unter gleichzeitiger Einwirkung des von dem Samen bei der Keimung aufgenommenen Sauerstoffes, mannigfaltige Veränderungen vor sich, welche jedoch nicht als Neubildungen, sondern bloß als Streckungen und Verstärkungen der schon vorhandenen Zellgewebe anzusehen sind.

Im weiteren Verlaufe der Keimung gelangt der Embryo durch die Zufuhr von Nahrung aus den Reservestoffbehältern des Samens und durch die Aufnahme von Wasser und Sauerstoff von Außen zur Entwickelung. Zuerst durchbricht die sich verlängernde Hauptwurzel die Samenhaut. Derselben folgt nach aufwärts, unter gleichzeitiger Streckung der Stammachse, die Knospe, Fig. 8, welche schließlich ihre ergrünenden Blattlagen entfaltet, während sich gleichzeitig an der Wurzel zahlreiche Seitenwurzeln entwickeln. In dem Maße als die Entwickelung des Embryos vorschreitet, wandern die Reservestoffe des Samens allmählich in die Keimpflanze, bis der Same nahezu ausgeschöpft und von demselben nicht mehr als die Samenschale oder die Fruchthaut übrig ist.

Ungeachtet die ausgebildete, mit Seitenwurzeln und grünen Blättern versehene Keimpflanze an Volumen gegenüber dem Samen zugenommen hat, tritt doch keine Vermehrung, sondern eine Verminderung der Trockensubstanz ein. Diese Verminderung wird durch die Oxydation eines Teiles des Kohlenstoffes und wahrscheinlich auch des Wasserstoffes der stickstofffreien Reservestoffe herbeigeführt. Als Oxydationsprodukte werden von den keimenden Samen Kohlensäure und Wasser ausgeatmet. Mit der Aufnahme von Wasser, welches in den Geweben des Samens verdichtet wird, und von Sauerstoff ist gleichzeitig eine Wärmeentwickelung verbunden, welche am auffälligsten bei der Malzbereitung im keimenden Getreidehaufen beobachtet werden kann.

Von den verschiedenen Reservestoffen des Samens liefern unstreitig die stickstoffhaltigen Proteïnstoffe das Baumaterial für den protoplasmatischen Zellinhalt (Protoplasma, Zellkern, Chlorophyllkörner ꝛc.) und die stickstofffreien Reservestoffe (Stärke, Inulin, Fett ꝛc.) das Baumaterial für die Zellwände. Dieses Baumaterial wird vorzugsweise in den fortwachsenden Vegetationsspitzen der Keimpflanze verbraucht. Damit dasselbe von dem Samen an jene Orte des größten Verbrauches gelangen kann, muß es jedoch vorher gelöst werden.

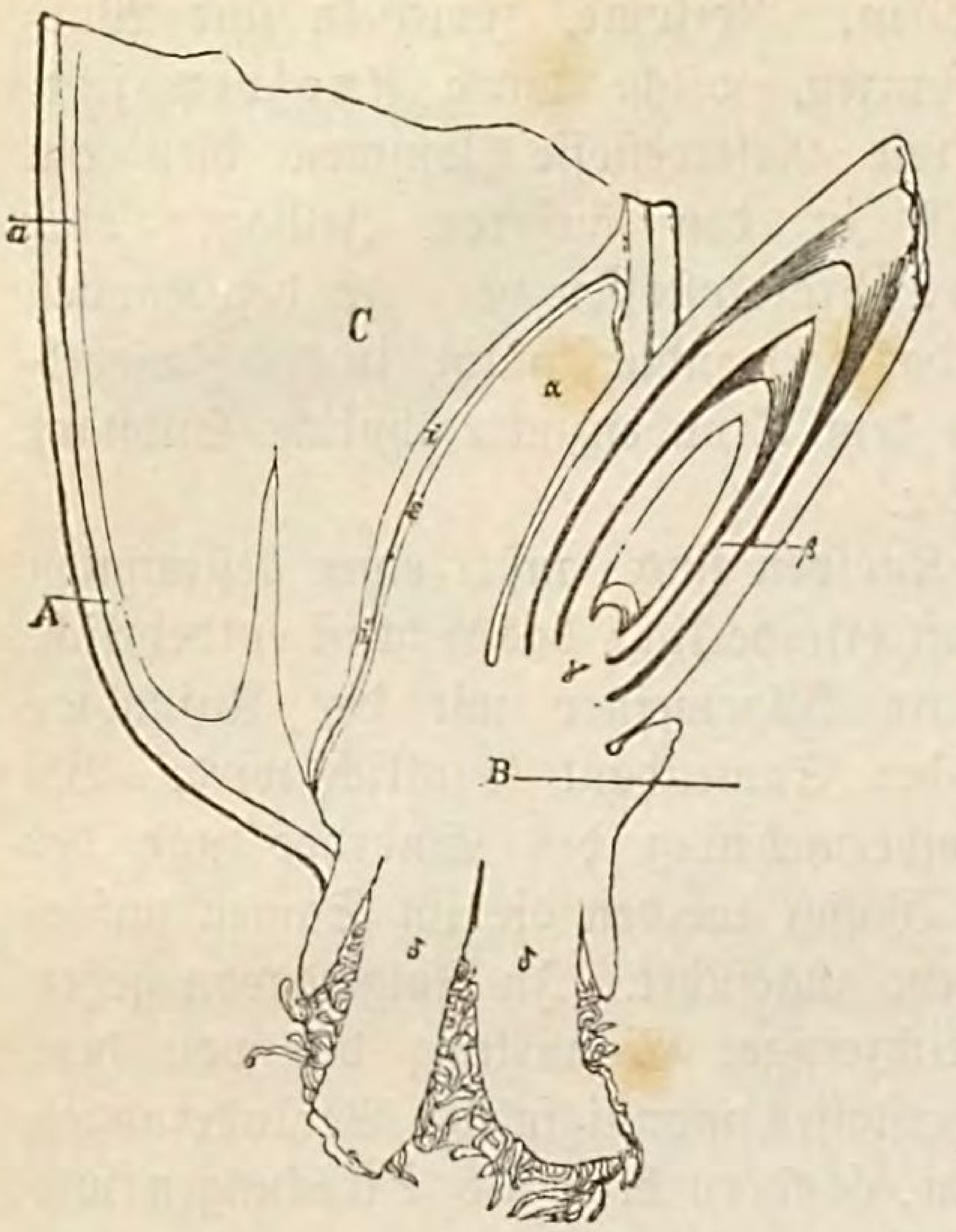


Fig. 8. Keimendes Weizenkorn, (Triticum vulgare Vill.) ⨀ — A Fruchtschale, B Embryo, C Endosperm, a Kleberschicht; α Schildchen (scutellum) β Blattanlage, γ Stammanlage, δ Radicula, ε Aufsauge-Epithel, i aufgelöste Endospermschicht.

Die im Samen im unlöslichen Zustande enthaltenen Proteïnkörper werden daher in löslichere Formen (am gewöhnlichsten in Asparagin) überführt und gelangen dann in den Gefäßbündeln zu den wachsenden Pflanzenteilen. Die Kohlehydrate erfahren eine Umwandlung in Maltose ($C_{12}\ H_{22}\ O_{11}$), Dextrin und Traubenzucker oder in feinkörniges, wanderndes Stärkemehl, welche in den Parenchym- und Epidermiszellen der Keimpflanze zu den Orten des Verbrauches gelangen, um dort in dem Maße zu verschwinden, als sie zur Vergrößerung der Zellhaut verwendet werden. In den ölführenden Samen wird das fette Öl entweder in Stärke, oder direkt in Zucker umgewandelt. Die Aschenbestandteile des Samens, besonders das Kali und die Phosphorsäure dürften nach H. Ritthausen zur Verflüssigung der im reinen Wasser unlöslichen Proteinstoffe beitragen.

2. Die Pflanze während des Wachstums.

Nach der Erschöpfung der Samenreservestoffe würde im Wachstum der Pflanzen ein Stillstand eintreten — wie dies thatsächlich bei Pflanzen der Fall ist, welche im destillierten Wasser gezogen werden —, wenn nicht die Wurzel nach der Entwickelung des ersten grünen Blattes die Fähigkeit erlangen würde, aus dem Boden Nährstoffe aufnehmen zu können. Die von der Wurzel aufgenommene Bodennahrung wird durch den Stamm den grünen chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen zugeführt und dort mit jener Pflanzennahrung, welche durch die Blätter aus der Atmosphäre entnommen wird, in neues Bildungsmaterial umgewandelt. Die in den grünen Pflanzenteilen neu gebildete organische Substanz wird dann zur Weiterentwickelung der Keimpflanze verwendet. Dieselbe bildet als wachsende Pflanze ihre Grundglieder (Wurzel [Rhizicom], Stamm [Caulom] und Blatt [Phyllom]) soweit aus, daß dieselben geeignet werden, ihre bestimmte physiologische Thätigkeit auszuüben.

Die physiologische Thätigkeit der Pflanzenglieder erstreckt sich entweder auf die Nahrungsaufnahme von außen, oder auf die Umwandlung, die Assimilation, der aufgenommenen Nahrung in Pflanzensubstanz.

Als Nahrungsquellen für die Pflanze dienen der Boden und die Luft. Ersterer liefert das Material für die unverbrennliche Pflanzensubstanz, da nur im Boden jene Elemente vorkommen, welche die Asche der Pflanze zusammensetzen. Die atmosphärische Luft und die Luft im Boden liefern dagegen Sauerstoff (O), Wasser (H_2O), Kohlensäure (CO_2), Ammoniak (NH_3) und Salpetersäure (N_2O_5) als Material zur Bildung der verbrennlichen oder organischen Pflanzensubstanz.

Die Bodennährstoffe werden durch die Pflanzenwurzel aufgenommen und zwar in dem Maße, als durch den Verbrauch eines Stoffmoleküles zur Neubildung, oder durch Verdunstung des Wassers von der Oberfläche der Pflanze, oder durch feste Ausscheidung eines vorher gelösten Körpers, das molekulare Gleichgewicht in der wachsenden Pflanze gestört wird. Je umfangreicher die Wurzel entwickelt und je reicher dieselbe verzweigt ist, um so ausgiebiger wird sie die Pflanze ernähren können.

Von den verschiedenen Zellen der Wurzel nehmen die Epiblemzellen und deren Ausstülpungen, die Wurzelhaare, welche nach J. Sachs [1]) zum Teile mit den Erdteilchen innig verwachsen, die Bodennährstoffe auf. Die Wirksamkeit der Wurzelhaare (Trichome) ist jedoch nur eine beschränkte. Haben dieselben eine Zeit hindurch aus der sie umgebenden Bodenschichte die Nährstoffe aufgenommen, so trocknen sie nach dem Verholzen der älter werdenden Wurzel ab und an ihre Stelle treten neue Wurzelhaare, welche sich an den fortwachsenden, jungen Wurzeln ausstülpen. Im Jugendzustande entnimmt daher die Pflanze die Nährstoffe aus den obersten Bodenschichten, während späterhin auch tiefere Schichten in Anspruch genommen werden. Die Wurzeln und mit diesen die Wurzelhaare entwickeln sich vorzugsweise dort, wo Nährstoffe im Boden enthalten sind. Die Bodennahrung fließt daher den Pflanzenwurzeln nicht zu, sondern diese suchen durch die Ortsveränderung bei ihrem Wachstum die Bodennährstoffe auf.

Einen schönen Beweis für diese beachtenswerte Thatsache liefern die von Dr. F. Nobbe (Landwirtsch. Versuchsstationen. 1862, Heft 11, S. 217) mit Mais ausgeführten Vegetationsversuche in einem Boden, in welchem die Nährstoffe in verschiedenen Schichten künstlich verteilt waren. Am Schlusse der Vegetation waren die Wurzeln der Maispflanzen in jenen Bodenschichten, welche die Nährstoffe enthielten, am stärksten verzweigt. Nach F. Haberlandt [2]) entwickelt daher in einem armen Boden die Pflanze mehr Wurzeln als in einem reichen. Bei Hafer war das Wurzelgewicht auf armem Boden 18,18, auf mittelreichem 15,15 und auf reichem Boden 12,50 % vom Gewichte der ganzen Ernte. Die Höhe der Pflanzenerträge ist daher vornehmlich durch die Nährstoffkonzentration im Boden bedingt.

Wenn nun auch die Pflanzenwurzeln (Haupt- und Nebenwurzeln) mit ihren behaarten Teilen den Nährstoffen nachgehen, so zeigen doch manche Kulturpflanzen, welche sich mit einem geringeren Bodenvolumen begnügen, das Bestreben die Nahrung größtenteils aus den oberen Bodenschichten zu entnehmen. Solche flachwurzelnde Gewächse senden jedoch unter Umständen ihre Wurzeln auch in größere Tiefen, z. B. die flachwurzelnden Getreidepflanzen bis zu 2,50 m Tiefe. Andere, die tiefwurzelnden Gewächse, wie die blattreichen Klee- und Rübengewächse, die Hülsenfrüchte, suchen die Nahrung ihrer Natur nach und angeregt durch ein größeres Wasserbedürfnis in tieferen Bodenschichten, selbst dann, wenn diese durch eine feste Beschaffenheit die Wurzelausbreitung wenig begünstigen. Das „Wurzelvermögen" der Pflanzen steht somit in Beziehung zu dem Wurzelgewicht, der Wurzeloberfläche, der Anzahl der Wurzelhaare, und zur Nährstoff- und Wasseraufnahme überhaupt.

---

[1]) W. Hofmeister, Handbuch d. physiolog. Botanik. Leipzig 1865, 4. Bd. S. 186.

[2]) F. Haberlandt, Der allg. landw. Pflanzenbau. Wien 1879, S. 147.

Nähere Aufschlüsse über die Wurzelbildung der Kulturpflanzen geben: Dr. C. Fraas, Das Wurzelleben der Kulturpflanzen. Berlin 1870; Dr. H. Thiel, Bewurzelung einiger Kulturpflanzen. Landw. Zentralbl. f. Deutschl. 1870. II. S. 355; Dr. C. Perseke, Über die Formveränderung der Wurzel in Erde und Wasser. Leipzig 1877 u. A.

Die Pflanzennährstoffe sind entweder im gelösten, oder wie der Sauerstoff, die Kohlensäure und das Ammoniak im gasförmigen, oder im festen Zustande im Boden enthalten, oder sie werden durch molekulare und chemische Kräfte an der Oberfläche der Bodenteilchen festgehalten, absorbiert. Die gelöste und gasförmige Nahrung wird von den Wurzelhaaren unmittelbar durch Diffusion aufgenommen. Um auch die festen und absorbierten Nährstoffe zur Aufnahme durch Diffusion geeignet zu machen, scheidet die Wurzel bei ihrer Atmung (s. S. 21) eine Säure, nach Wiegmann Kohlensäure, aus, welche entweder in der Zellwand verteilt, die mit dieser verwachsenen festen Bodenteilchen löst, oder ausgeschieden die festen und absorbierten Nährstoffe im Bodenwasser zur Lösung bringt.

Daß in der That die festen Bodenteilchen als Pflanzennahrung aufgenommen werden, geht aus den Versuchen von J. Sachs (1859) hervor, nach welchen polierte Gesteinsplatten durch wachsende Pflanzenwurzeln korrosiert werden. Daß auch die absorbierten Bodennährstoffe aufgenommen werden, beweisen die Vegetationsversuche von Ph. Zöller und Dr. F. Stohmann (Landw. Versuchsstationen und Agronomische Ztg. 1864) in Torf, welcher mit absorbierten Nährstoffen versehen war.

Die Pflanze nimmt die einzelnen Nährstoffe nicht in denselben Mengenverhältnissen auf, als sie im Boden vorkommen, da die Aufnahme, wie oben erwähnt, von dem Verbrauche der Nährstoffe in der Pflanze und von dem Bestreben, die dadurch herbeigeführte Störung des molekularen Gleichgewichtes wiederherzustellen, abhängig ist. Diese Thatsache erklärt sowohl die Möglichkeit, daß Pflanzen mit dem verschiedensten Aschengehalte neben einander auf demselben Boden wachsen, als auch, daß die Pflanzen die zu ihrem Gedeihen erforderlichen Mengen an Nährstoffen auch dann noch sammeln können, wenn dieselben nur in sehr geringen, jedoch nicht unter ein gewisses Minimum herabgehenden Mengen im Boden vorhanden sind.

Um die Qualität und Quantität der von den Pflanzen beanspruchten Bodennährstoffe und deren physiologische Wirkung festzustellen, werden zwei Versuchsmethoden angewendet. Die ältere, von Fürst Salm-Horstmar angegebene Methode besteht in der Ausführung von Vegetationsversuchen in Kohlenpulver, oder nach Dr. Hellriegel in Dahme in ausgeglühtem mit Schwefelsäure ausgekochtem Quarzsande, welchen die Nährsalze in fester oder flüssiger Form zugesetzt werden. Die zweite, zuerst 1855 von Dr. Haudtke eingeführte und von J. Sachs 1857 weiter ausgebildete Methode besteht in der Erziehung von Landpflanzen in wässerigen Nährstofflösungen, d. h. im destillierten Wasser, in welchem eine gewisse Menge (auf 1 000 g Wasser: 0,375 g saures phosphorsaures Kali, 0,25 g salpetersaures Kali, 0,25 g salpetersauren Kalk, 0,125 g schwefelsaure Magnesia und einige Tropfen Eisenlösung) Mineralsalze aufgelöst ist.

Nach den Ergebnissen zahlreicher Vegetationsversuche sind für das Wachstum der Pflanzen: Kali (K_2O), Kalk (CaO), Magnesia (MgO), Eisenoxyd (Fe_2O_3), Phosphorsäure (P_2O_5) und Schwefelsäure (SO_3) unentbehrlich; in den Pflanzen weit verbreitet aber dennoch entbehrlich: Natron (Na_2O), Chlor (Cl) und Kieselsäure (SiO_2). Alle übrigen, außer in den genannten Verbindungen in den Pflanzenaschen enthaltenen Elemente (S. 12) sind nur als zufällige Vorkommnisse zu be-

trachten, ohne welche die Pflanzen auch ihre normale Entwickelung erlangen können. Das gänzliche Fehlen eines Nährstoffes kommt in dem Habitus der Pflanze zum Ausdrucke.

Nach Hellriegel (Landw. Versuchsstationen. X. 105) entwickeln sich die (Gersten-) Pflanzen bei Stickstoffmangel normal, aber ganz en miniature. Bei Kalkmangel gehen die gebildeten Blätter sehr bald ein, vertrocknen und auf ihre Kosten bilden sich dann neue. Magnesiamangel bedingt ein langes, flatteriges Aussehen und eine kränkliche, blasse Farbe. Phosphorsäure- und Stickstoffmangel bekunden sich durch eine rote Färbung der Pflanzen. Durstpflanzen, bei mangelndem Wasser erzogen, verhalten sich ähnlich wie die Pflanzen, welche an Phosphorsäure und Stickstoff Mangel leiden.

Ueber die Verbindungen, in welchen die Bodennährstoffe und der Stickstoff durch die Pflanzenwurzeln aufgenommen werden, liegen verhältnismäßig noch wenige Anhaltspunkte vor. Im allgemeinen werden die schwer löslichen, humus- und kieselsauren Verbindungen durch die Kohlensäure des Bodens und durch gewisse Bodensalze (Gips ꝛc.) in leicht löslichere Verbindungen überführt und als solche von den Pflanzenwurzeln aufgenommen. Der Stickstoff, welcher als salpetrigsaures, salpetersaures und kohlensaures Ammoniak durch die atmosphärischen Niederschläge oder durch verwesende tierische Substanzen oder durch die Stoppel- und Wurzelrückstände der Klee- und Hülsenfrüchte, welche die Fähigkeit haben, durch ihre Blätter das kohlensaure Ammoniak der Luft aufzunehmen, in den Boden gelangt, wird wahrscheinlich nicht als Ammoniak, sondern als Salpetersäure in Form salpetersaurer Salze (Nitrate) aufgenommen. Nach Hampe (Landw. Versuchsstationen. VIII. 225 u. X. 49) wird als Stickstoffquelle der Harnstoff (CH_4N_2O) direkt von den Pflanzenwurzeln aufgenommen. Der freie Stickstoff der Luft ist kein Pflanzennährstoff. Kali und Natron werden als kohlensaure, salpetersaure oder Chloralkalien aufgenommen. Kalkerde und Magnesia treten als kohlensaure, salpetersaure oder schwefelsaure Verbindungen ein. Der Schwefel wird in Form löslicher schwefelsaurer Salze, das Eisen als phosphorsaures Eisenoxyd aufgenommen. Die Aufnahme der Phosphorsäure erfolgt als phosphorsaures Alkali, der Kieselsäure als freie Säure und als kieselsaures Alkali und des Chlors als Chlorkalium und Chlorcalcium.

Die von der Wurzel aufgenommene gasförmige, flüssige und feste Nahrung wird entweder in der Zellwand des Wurzelhaares selbst und zwar in den Wasserhüllen der Kristallmoleküle (S. 13) der Zellhaut durch Imbibition weiter geleitet, oder sie tritt aus der Zellwand in das Innere der Zelle und wird von hier durch Diffusion und Kapillarität im Stammteil der Pflanze, und zwar insbesondere in den als Blattspurstränge bekannten Gefäßbündel zu den Blättern weitergeschafft.

In beiden Fällen erlangt das Wasser, welches gleichfalls durch die Wurzelhaare aus dem Boden aufgenommen wird, eine hohe Bedeutung für das Pflanzenleben. Nicht nur, daß dasselbe als Transport- und Lösungsmittel für die Baustoffe verwendet wird und als Organisationswasser unmittelbaren Anteil an dem Aufbau des Pflanzenkörpers nimmt, liefert es auch bei seiner Zerlegung den Wasserstoff und einen Teil des Sauerstoffes zur Bildung der organischen Substanz. Als Reservebehälter für Wasser zu Zeiten mangelnder Zufuhr von Seite der Wurzeln dienen die Gefäße, aus welchen das Wasser von den saftleitenden Zellen aufgesaugt wird.

Außer der Wasserbewegung, welche in Folge der Ernährungs- und Wachstums-vorgänge in allen Zellen der Pflanze vor sich geht, findet in der lebenden Pflanze auch noch eine kontinuierliche Wasserbewegung in den Zellhäuten des Holzes statt, zum Ersatze jener Wassermengen, welche durch die Pflanzenblätter verdunsten. Dieser Ersatz erfolgt durch das von der Wurzel aufgesogene und aufgetriebene Wasser. Die Blätter, deren Spaltöffnungen beim Benetzen durch Aufquellen der Schließzellen sich schließen, nehmen flüssiges Wasser (Tau, Regen) nur durch die benetzbaren Fibrovasalstränge (Blattnerven) auf. Dadurch, daß das Wasser bei der Verdunstung einen Ueberschuß von Wärme, welcher den Pflanzen leicht schädlich werden könnte, bindet, übernimmt es die Rolle eines Wärmeregulators.

Nach Dr. J. Böhm (Landw. Versuchsstationen. XX. S. 357) wird die durch die Transspiration bedingte Wasserbewegung oder das Steigen des Saftes in folgender Weise bewirkt. Wenn die oberflächlichen Zellen einer Pflanze durch Verdunstung einen Teil ihres Wassers verloren haben, so werden sie, durch den Luftdruck etwas zusammengepreßt, als elastische Bläschen jedoch bestrebt sein, ihre ursprüngliche Form wieder anzunehmen. Dies ist natürlich nur dadurch möglich, daß sie von außenher Luft oder Wasser einsaugen. Da jedoch feuchte Membranen für Luft nur schwer durchlässig sind, so werden sie den weiter nach innen gelegenen Zellen einen Teil ihres flüssigen Inhaltes entziehen, diese wieder ihren relativ noch wasserreicheren, tiefer gelegenen Nachbarn und sofort entweder bis zu den äußersten Wurzelzellen, oder bis zu jenen Partien des Stammes, welche von unten her durch den Wurzeldruck mit Wasser versorgt werden.

Die Verdunstung, Transspiration der Blätter, erfolgt nicht durch die Epidermis, welche durch Kutikularisierung der Zelloberfläche für Wasser undurchdringlich ist, sondern durch die Spaltöffnungen (Fig. 4. Sp, S. 8), welche gewöhnlich mit zwei Schließzellen versehen sind, unter welchen sich ein größerer Luftraum, die Atemhöhle, befindet. Dieselben bilden die Ausführungsöffnungen der zwischen den Zellen frei bleibenden Hohlräume, Interzellularräume (Fig. 2 J., S. 5), welche die ganze Pflanze bis zu den Wurzeln durchziehen und mit den Hohlräumen der Gefäße und Holzzellen in Verbindung stehen.

Der Wasserverlust durch die Spaltöffnungen, welche auf der Unterseite des Blattes reichlicher und zwar nach den Zählungen von A. Weiß (Jahrb. f. wiss. Botanik. IV. S. 165) bis zu 700 auf 1 qmm vorkommen, ist bedeutend, wenn er auch kaum den dritten Teil der Verdunstung von einer gleich großen Wasserfläche ausmacht. Das Gewicht des verdunsteten Wassers kann je nach der Temperatur, der Feuchtigkeit der Luft, das 2—3fache des eigenen Pflanzengewichtes betragen, während nur 7—8 % des aufgenommenen Wassers zu Neubildungen im Pflanzenorganismus verwendet werden. Nach Sorauer (Bot. Ztg. 1873, S. 145) vermehrt sich die Zahl der Spaltöffnungen und damit die Verdunstungsgröße der Pflanzen, je feuchter der Boden ist.

Untersuchungen von Wollny (Forschungen a. d. Geb. d. Agr.-Physik. 1881. IV. S. 85) haben ergeben, daß in unserem Klima die während der Vegetation gefallene Regenmenge zum Ersatz des Verdunstungsverlustes ausreicht, und daß in denjenigen Fällen, in welchen die verdunstete Wassermenge größer ist als die gefallene Regenmenge, wie namentlich bei dichterem Pflanzenbestande, das Defizit durch die vor Beginn der Vegetation im Boden angehäufte Feuchtigkeit mehr als gedeckt wird. Weiters wurde von ihm festgestellt, daß gedüngte Pflanzen mehr Wasser verdunsten als nicht gedüngte und daß der Wasserverbrauch um so höher ausfällt, je zeitiger die Saat erfolgte.

Nach den Untersuchungen von Dr. Dietrich produziert ein und dieselbe Pflanzenart um so mehr Pflanzensubstanz, je mehr sie Wasser verdunstet und umgekehrt.

Mit der Menge des verdunsteten Wassers steht auch die Menge der aufgenommenen Nährstoffe in Beziehung.

Nach Dr. Dietrich (Zentralbl. f. Agrikultur-Chemie. 1873, S. 39) verdunsten auf 100 g produzierter Trockensubstanz: Buchweizen 42 000 g, Klee 41 000 g, Lupinen Bohnen und Hafer rc. 36 000 g, Sommerroggen und Weizen 30 000 g, Gerste 26 000 g Wasser. Die Wasserverdunstung durch die Blätter hat möglicherweise noch die weitere Bedeutung, daß sich bei derselben nach der Entdeckung Schönbein's (Annal. d. Chemie und Pharmazie. Bd. CXXIV. 1 und Journal für prakt. Chemie. Bd. 86, S. 131—154) unter Mitwirkung des sonst für die Pflanzenvegetation bedeutungslosen freien Stickstoffs der Luft salpetersaures Ammoniak bildet, welches als solches oder umgewandelt in kohlensaures Ammoniak sowohl durch die Blätter, als auch durch die Wurzel aufgenommen wird

Durch die Spaltöffnungen der oberirdischen Pflanzenteile, welche wie oben angegeben, durch die Interzellularräume mit den Zellgeweben im Innern der Pflanze in Verbindung stehen, wird auch der mit den Lebensvorgängen der Pflanze im innigsten Zusammenhang stehende Gasaustausch vermittelt. Außer durch die Spaltöffnungen treten auch Gasmengen durch Diffusion in die mit der Luft in unmittelbarer Berührung stehenden Zellen der Wurzeln und oberirdischen Pflanzenteile ein.

Die Aufnahme und Abgabe von gasförmigen Stoffen (Sauerstoff und Kohlensäure) stehen mit zwei wichtigen Lebenserscheinungen der Pflanze in Beziehung und zwar mit der Atmung (Respiration) der lebenden Zelle und mit der Assimilation der Pflanze, welche neben der Atmung nur in den grünen chlorophyllhaltigen Zellen der Blätter und des Stammes unter dem Einflusse des Lichtes und der Wärme vor sich gehen kann.

Die Atmung, welche am deutlichsten bei dem Stillstand der Assimilation im Dunkeln, während der Nacht oder bei der nicht assimilirenden Keimpflanze, so lange diese noch keine grünen Zellen gebildet hat, zur Beobachtung gelangt, besteht in der Aufnahme von Sauerstoff durch grüne und nicht grüne Pflanzenorgane und in der Ausscheidung von Kohlensäure, welche durch die Oxydation der assimilierten Substanzen gebildet wird. Bei diesem Oxydationsprozesse, welcher mit einer Verminderung der Pflanzentrockensubstanz verbunden ist, wird Wärme frei, welche in Kraft umgesetzt, neben der von außen einwirkenden Wärme, die mannigfaltige Fortbewegung des Stoffes im Pflanzenkörper unterstützt.

Die Assimilation der unter dem Lichteinflusse stehenden chlorophyllhaltigen Zellen besteht dagegen in der Aufnahme von Kohlensäure, aus welcher unter Abscheidung von Sauerstoff und unter Mitwirkung der durch die Wurzeln den Blättern zugeführten Nahrung neue organische Substanz (Stärke, Zucker oder Fett) gebildet wird. Dieser nur bei Beleuchtung und nur in den grünen Pflanzenteilen stattfindende Bildungsvorgang, bei welchem aus sauerstoffreicheren Nährstoffen durch Desoxydation sauerstoffärmere Pflanzensubstanz geschaffen wird, überwiegt die vorhin erwähnte, durch die Atmung eingeleitete, teilweise Zerstörung der assimilierten Substanz, so zwar, daß trotz dieser Zerstörung, welche reichlich die Hälfte der in der Pflanze enthaltenen Trockensubstanz betragen kann, eine Gewichtszunahme der wachsenden Pflanze eintritt.

Das erste Assimilationsprodukt sind die im Protoplasma entstehenden farblosen, sich rasch gelbfärbenden Etiolin- oder Xanthophyll-Körner, welche sich nachträglich grün färben und in Chlorophyllkörner umwandeln, und bei bereits ergrünten

Pflanzen die in den Chlorophyllkörnern[1]) eingeschlossene Stärke. Außer der Stärke werden zuweilen auch Öltröpfchen und Körner unbekannter Natur ausgeschieden. Das in den Chlorophyllkörnern im Protoplasma aus Kohlensäure und Wasser entstehende autochthone Stärkemehl wächst nur so lange, als es im Bereich des Protoplasmas bleibt. Von seinem Bildungsorte wird es in einem sehr feinkörnigen Zustande als wanderndes Stärkemehl den wachsenden Pflanzenteilen, vornehmlich den Zellschichten nahe an den Vegetationspunkten zu weiterem Verbrauche, wie zur Bildung der Zellhaut und anderer stickstofffreier Pflanzenkörper zugeführt. Das zu diesem Zwecke nicht verwendete Stärkemehl wird zu fernerem Verbrauche als eingewandertes Stärkemehl in den Samen, Knollen, Markstrahlen, Holzzellen ꝛc. abgelagert.

Im Dunkeln hört die Stärkebildung, jedoch nicht die selbst im völligen Dunkel vorsichgehende Etiolinbildung auf, es verschwinden daher in den Chorophyllkörnern in dem Maße als die Stärke den wachsenden Geweben zugeführt wird, die Stärkeeinschlüsse. Stets im Finstern gehaltene Pflanzen bilden kein Stärkemehl, nur noch Etiolin, sie werden bleich, vergilben und vergeilen (Etiolement) und können daher nicht fortwachsen.

Die Neubildung der eiweißartigen Stoffe und Amide geht wahrscheinlich in den protoplasmahaltigen Zellen, ohne Einfluß des Lichtes, unter Einwirkung der Kohlehydrate aus den durch die Wurzeln oder durch die Blätter aufgenommenen salpetersauren und Ammoniak-Salzen vor sich. Bei allen Wanderungen findet wahrscheinlich eine Zerspaltung der Eiweißkörper in Amide statt, welche leichter durch Zellmembranen diffundieren als jene.

Die in den grünen Blättern neu entstandenen assimilierten Nahrungsstoffe werden von hier aus nach allen Richtungen zu den Orten des Verbrauches befördert und mischen sich dabei mit dem von der Wurzel zu den Blättern aufsteigenden, rohen Nahrungssaft. Die Kohlehydrate, die Fette werden gewöhnlich im Parenchym der Rinde und des Markes, die eiweißartigen Stoffe im Weichbast durch Diffusion unter mannigfaltigen Umänderungen weiter befördert, somit in denselben Gewebeformen, in welchen bei der keimenden Pflanze die Reservestoffe zu den Verbrauchsorten gelangen.

Die physiologischen Funktionen, welche in den wachsenden Pflanzen den Aschenbestandteilen zukommen, sind nur zum Teile bekannt. Nach F. Nobbe[2]) vegetiert die Pflanze in kalifreier, sonst vollständiger Nährstofflösung wie im reinen Wasser. Sie vermag nicht zu assimilieren, und zeigt daher keine Gewichtszunahme, weil ohne Mitwirkung des Kali in den Chlorophyllkörnern keine Stärke gebildet wird. Fehlt in der kalihaltigen Nährstofflösung Chlor oder Salpetersäure, so bildet die Pflanze zwar kräftige Blätter, in denen sich zahlreiche Stärkekörner erzeugen, aber diese Stärke wird nicht an die Verbrauchsorte, den wachsenden Pflanzenspitzen und Blüten, transportiert; die Blätter werden zunehmend vollgepfropft mit Stärke, erkranken und fallen mit ihrer Überfülle an Nahrungsstoffen ab. Das Kali wirkt

[1]) Vergl. Dr. K. Mikosch, Zur Entstehung der Chlorophyllkörner. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien. 1879; Dr. J. Wiesner, Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Wien 1877.

[2]) Dr. F. Nobbe, Über die organische Leistung des Kalium in der Pflanze. Chemnitz 1871.

daher besonders günstig auf die Bildung von Kohlehydrate: Stärke, Zucker, Holzfaser ꝛc.

Nach J. v. Liebig[1]) stehen Kali, Kalk und Magnesia auch in Beziehung zur Bildung der Pflanzensäuren. Daß die genannten Basen auch in Beziehung zur Zellhautbildung stehen und die Festigkeit der Zellenmembranen bedingen, ergiebt sich aus deren gleichmäßiger, inniger Verteilung in der Zellhaut, wie aus den Aschenskeletten (S. 10) zu erkennen ist.

Das Eisen ist zur Bildung des Chlorophyll, wenn auch nur in geringen Mengen, unbedingt notwendig. Fehlt dasselbe, so werden die Blätter farblos (Chlorose) und die Assimilation der Pflanze erleidet durch die Verhinderung der Chlorophyllbildung einen Stillstand. Ob jedoch Eisen im Chlorophyll enthalten, ist noch nicht entschieden.

Das Chlor bethätigt seine physiologische Funktion, wie schon beim Kali angegeben, durch die Fortleitung der Assimilationsprodukte zu den Verbrauchsorten.

Die Phosphorsäure steht, obwohl Phosphor in den Proteïnkörpern nicht vorhanden ist, in unmittelbarer Beziehung zur Bildung und Aufspeicherung der Proteïnkörper, beide sind unzertrennliche Begleiter. Ebenso steht die Schwefelsäure zur Bildung der Proteïnkörper, der Myronsäure ꝛc. in Beziehung, da deren Schwefelgehalt nur von dieser herrühren kann.

Zur normalen Produktion einer Pflanze ist ein bestimmtes Minimum an Aschenbestandteilen notwendig, z. B. bei Hafer nach E. v. Wolff (Landw. Versuchsst. XVIII. Hft. 5) für 100 Teile Trockensubstanz 1,0 Stickstoff, 0,5 Phosphorsäure, 0,8 Kali, 0,25 Kalk, 0,2 Magnesia und 0,2 Schwefelsäure, zusammen 1,95 Teile. Dieses Minimum an unentbehrlichen Nährstoffen reicht jedoch unter den Ernährungsverhältnissen, wie sie die Natur bietet, nicht aus, sondern erhöht sich hier auf 5% Reinasche. Das erforderliche Mehr kann jedoch durch den entbehrlichen Aschenbestandteil: Kieselsäure, oder durch größere als den unentbehrlichen Mengen von Kalk, Phosphorsäure und wahrscheinlich auch noch anderer Aschenbestandteile gedeckt werden. Die Kieselsäure kann daher den Bedarf an unentbehrlichen Aschenbestandteilen einschränken, wenn sie auch nicht deren physiologische Funktionen vertreten kann.

3. Die Pflanze während der Blüte und der Fruchtbildung.

Nach der vollkommenen Ausbildung der Wurzeln, des Stammes und seiner Verzweigungen, und der grünen Blätter beschränkt sich die Thätigkeit der reifenden Pflanze auf die Verwendung der während des Wachstums assimilierten Nahrung zur Ausbildung der Blüten und Früchte.

Die Blüte ist je nach der Pflanzenart entweder zweigeschlechtig (Zwitterblüte, Fig. 9 rechts oben), oder eingeschlechtig (einhäusig, monöcisch oder zweihäusig, diöcisch). In beiden Fällen werden sowohl männliche Staubblätter s, deren Beutel (Antheren) die Bildungsstätte der Pollenzellen sind, auch als weibliche Fruchtblätter (Karpelle) gebildet, die zu dem Fruchtknoten (Ovarium) verwachsen. Der obere Teil des Fruchtknotens trägt die Narbe n, welche durch den Griffelkanal mit der Fruchtknotenhöhle in Verbindung steht. In der Fruchtknotenhöhle entwickeln sich die Samenknospen, Fig. 10, welche aus einem Knospenkerne bestehen, der bis auf eine

[1]) J. v. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung ꝛc. 9. Aflg. Braunschweig 1876.

Stelle, dem Knospenmund (Mikropyle m), von Knospenhüllen (Integumenten) β, γ umgeben ist. Im Parenchym des Knospenkernes bildet sich eine größere Zelle, der Keimsack oder Embryosack, ε, an deren Spitze, der Kernwarze, durch freie Zellbildung

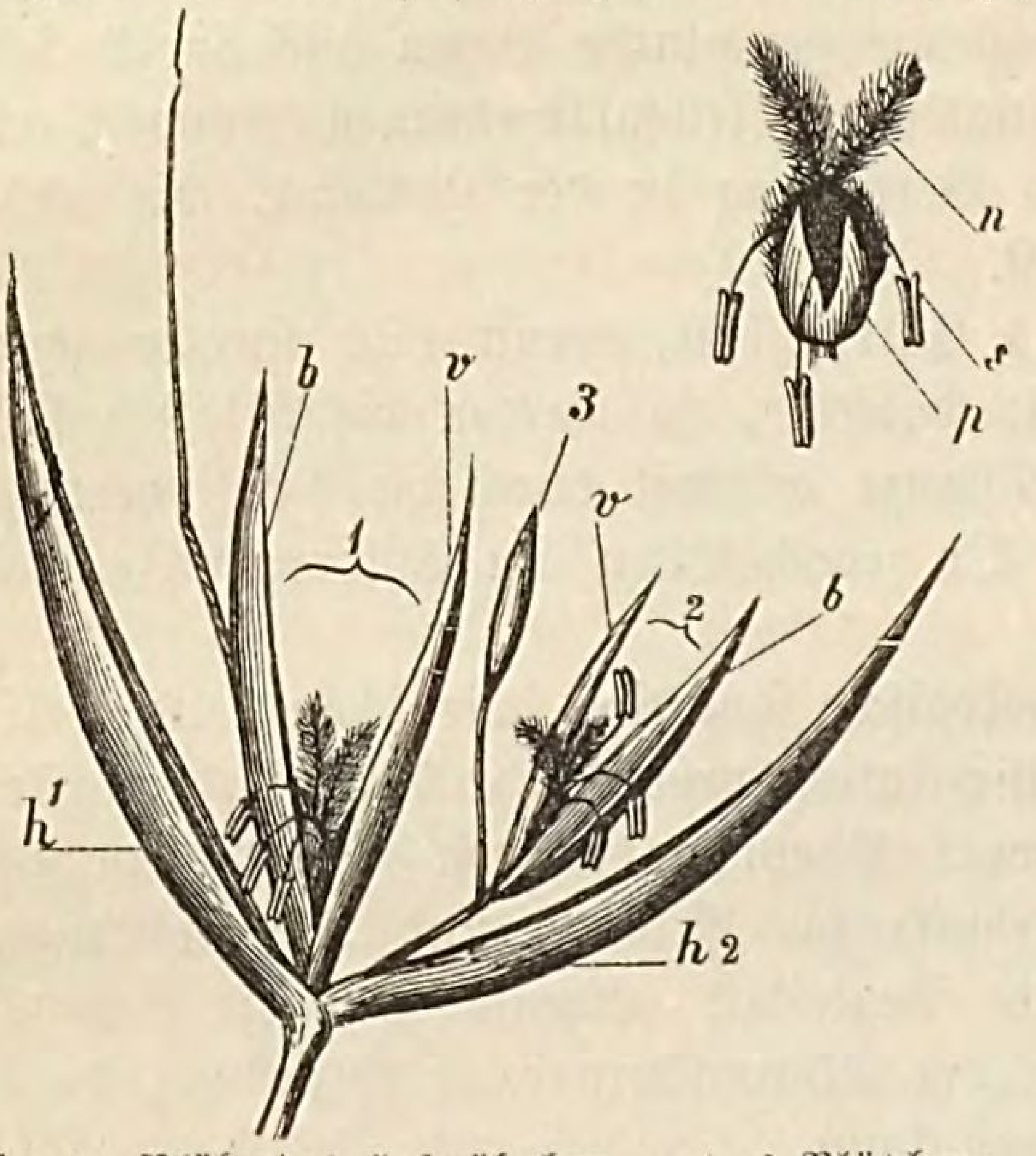


Fig. 9. Blühendes Haferährchen. — 1—3 Blütchen; h^1, h^2 Hüllblätter (glumae), b äußere oder untere Spelze (palea), v innere oder obere Spelze (Vorblatt). Rechts oben einzelne Haferblüte; p Saftschüppchen (Perigon), s Staubgefäße, n zwei Narben des Fruchtknotens.

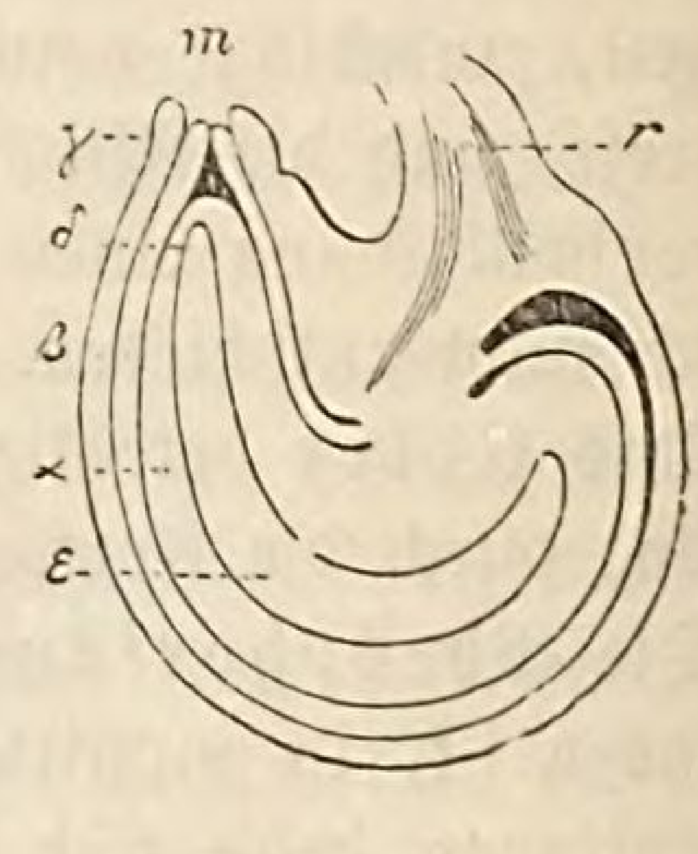


Fig. 10. Samenknospe der Runkelrübe (Beta vulgaris) nach Schacht ($^{30}/_1$). — α Knospenkern (nucleus), β innere γ äußere Knospenhülle, δ Kernwarze, ε Embryosack, m Mikropyle, r Raphe (Samennaht, Gefäßbündel des Knospenträgers).

(S. 4) zwei Keimbläschen entstehen. Während der Befruchtung gelangen die verstäubten, reifen Pollenkörner auf die Narbe; der alsdann aus der Pollenzelle auswachsende Pollenschlauch, Fig. 11 π, dringt im Griffelkanal bis zu den Samenknospen, durch die Mikropyle und befruchtet die Keimbläschen. Aus dem einen befruchteten Keimbläschen entwickelt sich durch Tochterzellbildung der Embryo, dessen Zellen sich bei fortschreitender Ausbildung des Samens als Keimachse, Radicula, Plumula und Kotyledon differenzieren. Zur selben Zeit entwickelt sich aus den übrigen Teilen des Keimsackes, gleichfalls durch freie Zellbildung, das Endosperm, welches in dem endospermfreien Samen von dem heranwachsenden Keime aufgesaugt und verdrängt wird.

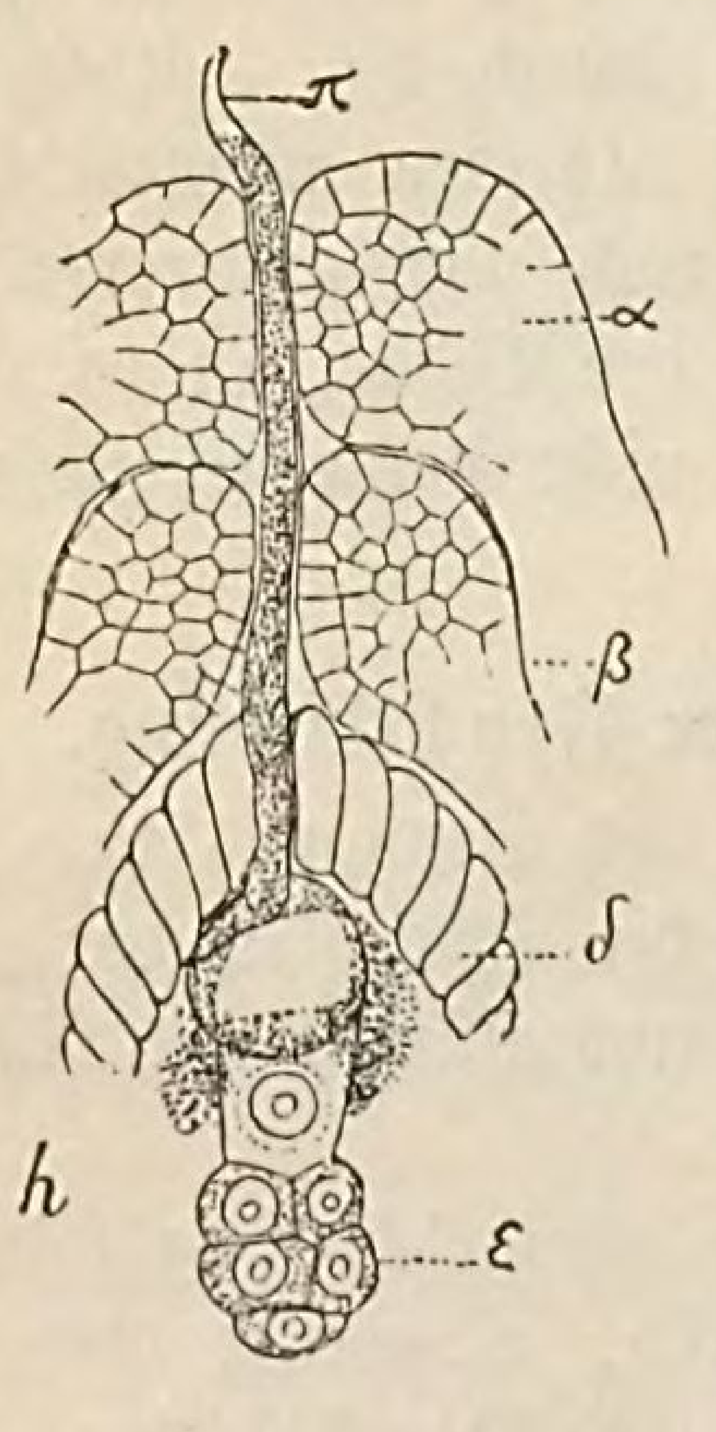


Fig. 11. Vergrößerte Mikropyle der Samenknospe von Erodium gruinum (Reiherschnabel) nach Hofmeister ($^{400}/_1$). — π Pollenschlauch, α äußere, β innere Knospenhülle, δ Kernwarze, Spitze des Embryosackes, ε das durch die Befruchtung des Pollenschlauches zum Vorkeime ausgewachsene Keimbläschen.

In Betreff des Stoffwechsels der reifenden Pflanze ist zu erwähnen, daß die Blüten in viel größerer Menge als die Blätter Sauerstoff einatmen und dafür Kohlensäure ausatmen. Diese Respiration ist am Anfang der Blütenentfaltung am intensivsten und nimmt mit zunehmender Reife der Früchte immer mehr ab.

Damit die bei der Ausbildung des Samens eintretende Stoffwanderung unterhalten werden kann, bedarf die reifende Pflanze einer bedeutenden

Wärmemenge. Unter dem Einflusse der Letzteren vollzieht sich die Stoffwanderung in denselben Gewebeformen und unter denselben Stoffveränderungen, nur in umgekehrter Reihenfolge, in welchen bei der Keimung die Wanderung des Stoffes aus den Reservestoffbehältern zu den wachsenden Gewebeteilen stattfindet.

Zunächst entleeren sich, unter gleichzeitiger Verfärbung die grünen Blätter. Die während des Wachstums in denselben neugebildete Stärke, sowie der protoplasmatische Inhalt, besonders die Substanz der Chlorophyllkörner, dann die wertvolleren Aschenbestandteile, namentlich Kali und Phosphorsäure, werden aufgelöst und den Samen oder den übrigen Reservestoffbehältern (Stammteilen, Knollen, Rhizomen, Zwiebeln und Wurzeln) zugeleitet. Gleichzeitig erreicht bei einjährigen Pflanzen die Aufnahme von neuem Bildungsmateriale durch die Wurzeln ihr Ende, während die Stengelteile absterben, nachdem sie ebenfalls ihren Nährstoffinhalt größtenteils an die Reservestoffbehälter abgegeben haben.

Die Stärke wird entweder als solche im feinkörnigen Zustande, oder umgewandelt in eine glykoseähnliche Substanz den Samen zugeführt und dort wieder in feste Stärke oder in fettes Öl umgewandelt. Die eingewanderte, stickstoffhaltige Substanz wird zwischen den Stärkemehlkörnern abgelagert. Durch das Festwerden der eingewanderten Substanz wird das molekulare Gleichgewicht in der Frucht gestört und damit die Möglichkeit gegeben, daß immer neue Substanzmengen durch Diffusion einwandern können, so lange bis die Blätter und Stengelteile erschöpft sind.

Bei den Knollen- und Wurzelgewächsen wird die Stärke zur Reifezeit in den Blättern gelöst und als solche oder als Glykose (Zucker) der Knolle oder der fleischigen Wurzel zugeführt, um dort in der Kartoffel als Stärke, in der Topinamburknolle umgewandelt in Inulin, in der Rübenwurzel umgewandelt in Rohrzucker aufgespeichert zu werden.

Von den verschiedenen Aschenbestandteilen hat nach Nobbe das Chlor für die Stoffwanderung und Samenbildung in der reifenden Pflanze eine spezifische Bedeutung (vgl. S. 23). Das Kali, die Magnesia und die Phosphorsäure hat bei der Bildung des Stärkemehls im Samen und in der Kartoffelknolle, und des Zuckers in der Rübe unstreitig einen, wenn auch nicht genügend erforschten Einfluß.

Mit der Samenbildung oder der Aufspeicherung von Reservestoffen in der Knolle, der Wurzel rc. hat die Entwickelung der Pflanze einen zeitweiligen Abschluß gefunden, welcher wieder die Grundlage für eine neue Lebensthätigkeit der Pflanze bildet.

II.

Der Boden.

Der Boden, welcher im landwirtschaftlichen Sinne als Produktionsfläche für die Pflanze benutzt werden soll, muß nicht nur eine ausreichende Menge von Pflanzennährstoffen enthalten, welche von den Wurzeln als Rohstoffe für die Aschenbestandteile der Pflanze aufgenommen werden, sondern er muß auch eine solche physikalische Beschaffenheit besitzen, daß die Pflanzen einen genügenden Standort auf demselben finden.

Mit Rücksicht auf diese Anforderungen an einen kulturfähigen Boden kann in

demselben eine Hauptmasse, das **Bodengerüst**[1]), von den in geringerer Menge vorhandenen **Bodennährstoffen** unterschieden werden. Außer den genannten Bodenbestandteilen kommen noch in jedem kulturfähigen Boden Wasser und in den Bodenzwischenräumen gasförmige Stoffe, die Bodenluft, vor.

Die einzelnen Teile des Bodengerüstes sind keine Pflanzennährstoffe, sondern dienen nur als Träger für diese. Sie bedingen durch ihre Beschaffenheit vorzugsweise die physikalischen Eigenschaften des Bodens.

Die Pflanzennährstoffe kommen entweder im unaufgeschlossenen Zustande, als **Gesteinstrümmer**, oder im assimilierbaren Zustande als **Bodensalze** vor. Die Gesteinstrümmer zerfallen durch die **Verwitterung** in Teile des Bodengerüstes und in Bodensalze; sie bilden daher in der Zukunft die Quelle für neue Bodennahrung, während der Gehalt des Bodens an Salzen den Reichtum von mineralischen Bodennährstoffen in der Gegenwart ausmacht.

Die Lehre vom Boden hat im Verlaufe der Zeit mannigfache Wandlungen erfahren, welche im innigen Zusammenhange mit dem jeweiligen Stande der Lehre von der Pflanzenernährung stehen. In frühester Zeit galt der Boden nur als Standort, während das Wasser allein zur Pflanzenernährung ausreichen sollte. Weiterhin wurde auch dem Boden selbst ein Einfluß auf die Ernährung eingeräumt; Bernard Palissy von Chappelle-Biron (1499) erkannte den Gehalt an löslichen Bodensalzen für die Fruchtbarkeit des Bodens als maßgebend, während Jethro Tull (1740) den Grundsatz aufstellte, die Pflanzennahrung bestehe aus feinzerteilter Erde (Tullismus). Nach Thaer (1837) bedingt die als ernährende Materie der Pflanze anzusehende, organische Substanz, von ihm und Einhof Humus genannt die Fruchtbarkeit des Bodens (Humustheorie). Sprengel (1839) erkannte zuerst, daß in den Pflanzen nichts sein kann, was nicht früher im Boden gewesen wäre und daß daher die Mineralbestandteile wesentlich für die Pflanzenernährung sind. Epochemachend war der Ausspruch v. Liebig's (1840), nach welchem der Boden die Quelle der Aschenbestandteile, die Luft die Quelle der verbrennlichen Substanz der Pflanze ist (Mineraltheorie). Hlubeck (1841 u. 1846) bestreitet die Wirksamkeit der Aschenbestandteile, und läßt die Bodengemengteile: Sand, Thon, Kalk und Humus die Fruchtbarkeit des Bodens bedingen. A. Stöckhardt (1849) und E. v. Wolff (1851) legen großen Wert auf den Gehalt des Bodens an Stickstoff (Stickstofftheorie), gegenüber v. Liebig, welcher den gebundenen Stickstoff der Luft für die Pflanzenernährung ausreichend erklärt. Alle diese Theorien hatten ihre Berechtigung, alle hatten jedoch den Fehler, daß sie einseitig nur immer einem Faktor Wichtigkeit für die Pflanzenernährung beilegten. Gegenwärtig sucht man allen Faktoren dadurch gerecht zu werden, daß man nicht nur den Mineralbestandteilen des Bodens und dem Humus, sondern auch dem physikalischen Verhalten der Bodengerüstteile zu Wasser und Wärme einen bestimmenden Einfluß auf die Ertragsfähigkeit des Bodens zuerkennt. Alle diese Faktoren sind mit Bezug auf die Pflanzenproduktion gleichwertig und können sich gegenseitig nicht vertreten.

Für ein eingehenderes Studium der Bodenkunde (Agrologie) sind zu empfehlen: Dr. F. Senft, Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. 2. Aufl. Berlin 1877; A. Orth, Die geognostisch-agronomische Kartierung. Berlin 1875; Dr. W. Knop, Die Bonitierung der Ackererden. 2. Aflg. Leipzig 1872; F. A. Fallou, Pedologie od. allg. u. bes. Bodenkunde. Dresden 1862 2c.

---

[1]) Gewöhnlich werden Sand, Thon, Kalk und Humus entsprechend einer älteren Auffassung als Bodengemengteile angeführt. Da diese Bezeichnung der gegenwärtigen Erkenntniß des Bodens, als Träger und Ernährer der Pflanze, nicht mehr entspricht, halte ich es für zweckmäßig, dieselben in ihrer Gesamtheit als Bodengerüst, im Gegensatze zu den Gesteinstrümmern und Bodennährstoffen, zu bezeichnen.

1. Die Entstehung und Ablagerung des Bodens.

Der Kulturboden entsteht durch die Verwitterung der Felsmassen, welche den festen Teil unseres Weltteiles zusammensetzen. Die Verwitterung oder Zerbröckelung der Felsmassen, wird durch die Einwirkung der wechselnden Temperatur, des Wassers, der atmosphärischen Luft und durch den Einfluß lebender und abgestorbener Organismen herbeigeführt.

Durch den Temperaturwechsel, besonders durch den Frost, entstehen vorerst in den Gesteinsmassen — entweder wie bei den gemengten Gesteinen durch ungleichmäßige Erwärmung oder Erkaltung der verschiedenen Gemengteile, oder wie bei den ungemengten Gesteinen durch größere Erwärmung oder Erkaltung der oberen Schichten — zahlreiche feine Spalten und Klüfte, welche das Eindringen von Wasser und Luft ermöglichen.

Das Wasser wäscht dann nicht nur die löslichen und abschwemmbaren Teile des Felsgesteines aus, sondern vermag auch mechanisch feine Sandteile abzureiben und durch Ausdehnung beim Gefrieren die Felsmassen in kleinere Teile auseinander zu sprengen. Ueberdies wirkt das Wasser durch Einleitung chemischer Prozesse, und durch unmittelbaren Eintritt in verschiedene chemische Verbindungen zerstörend auf die Gesteinsmassen ein.

Die chemische Wirkung des Wassers wird durch die Einwirkung des Sauerstoffes und der Kohlensäure der Luft wesentlich unterstützt. Der Sauerstoff oxydiert nicht nur Metalloxydule und Schwefelmetalle, wie Schwefeleisen, sondern befördert auch durch die Oxydation der im weiteren Verlaufe der Bodenbildung entstehenden Organismenreste (Humus) die Entwickelung der Kohlensäure, welche wieder den hervorragendsten Anteil an den chemischen Veränderungen der Gesteine während des Verwitterungsprozesses nimmt. Kohlensäurehaltiges Wasser löst an sich im reinen Wasser unlösliche, für die Pflanzenernährung jedoch sehr wichtige Mineralsubstanzen, wie kohlensaure und phosphorsaure Salze und macht sie dadurch zur Aufnahme in den Pflanzenkörper geeignet. Ebenso wandelt es kieselsaure und sonstige schwerlösliche Salze in leichterlösliche, kohlensaure Salze um, welche wieder amorphe Kieselsäure unter Bildung von kieselsauren Alkalien lösen und dadurch weiter zersetzend auf die Gesteine einwirken.

Ein anderer Bestandteil der Luft, das Ammoniak, liefert im Boden nicht nur als kohlensaures Ammoniak ein Pflanzennährmittel, sondern dient auch als energisch wirkendes Zersetzungsmittel, besonders der schwefel- und phosphorsauren Schwermetalloxyde. Kohlensaure Salze des Kali, Natron und der Kalkerde werden durch dasselbe in die entsprechenden salpetersauren Salze überführt.

Die stofflichen Aenderungen, welche durch die erwähnten Einwirkungen auf die Felsmassen eingeleitet werden, reichen schon im Beginne hin, um das Wachstum verschiedener Flechtenarten (Leprariae, Variolaricae, Parmelia ꝛc.) zu unterhalten. Die Vegetation dieser niederen Pflanzenformen ermöglicht weiterhin, durch Festhaltung der Feuchtigkeit und durch Bildung abgestorbener organischer Substanz die Ansiedlung von höher organisierten Pflanzen, wie Moose und Gräser. Letztere unterstützen am wirksamsten durch ihre Wurzelausscheidungen (S. 18) und durch die nach ihrem Absterben vermehrte organische Substanz die Verwitterung der Felsmassen und deren Umwandlung in kulturfähigen Boden.

Nachdem der Verwitterungsprozeß in jedem Kulturboden unausgesetzt vor

sich geht, so finden sich in demselben gleichzeitig neben noch unzersetzten Gesteinstrümmern, sowohl Gesteine, deren Spaltung in Bodengerüstteile und Bodennährstoffe verschieden weit vorgeschritten ist, als auch in allen Stadien der Verwesung befindliche organische Reste. Die Verwitterung erlangt schließlich ihr Ende, wenn von den ursprünglichen Felsmassen nur mehr die unveränderlichen Teile des Bodengerüstes, wie der Thon, Sand, Kalk übrig sind.

Je nachdem der Boden in geologischer Hinsicht sein Bildungsmaterial von kristallinischen Gesteinsmassen des Urgebirges oder von zweifellos sedimentären Gesteinsablagerungen entnimmt, ergiebt sich ein bemerkenswerter Unterschied. Derselbe würde nach der heutigen Auffassung der Bildung der geschichteten Urgebirgsgesteine durch molekulare Umwandlung sedimentärer Ablagerungen in geologischer Beziehung nicht aufrecht zu erhalten sein, wenn sich nicht für die aus den beiden Gesteinsgruppen hervorgehenden Bodenarten eine Verschiedenheit in der chemischen und physikalischen Beschaffenheit ergeben würde. In chemischer Hinsicht bestehen im allgemeinen die kristallinischen und eruptiven Gesteine aus Silikaten, während die sedimentären Gebirgsmassen neben den Silikaten, noch Quarzgesteine, Kalksteine, Dolomite und zuweilen auch Sulphate des Kalkes aufzuweisen haben. Diese verschiedene chemische Beschaffenheit der Gesteine bedingt auch eine Verschiedenheit der aus denselben durch Verwitterung hervorgehenden Bodenarten, welche noch durch die verschiedene Ablagerung der Verwitterungsprodukte vermehrt wird. Bei der Beurteilung eines Bodens muß daher auch auf die geologischen und Ablagerungs-Verhältnisse Rücksicht genommen werden.

Die Gruppierung und Reihenfolge der Sediment- und Eruptiv-Formationen ergiebt sich aus Nachstehendem:

A. Sediment-Formationen.

Zeitalter (Epochen).		Formationen (Perioden).		
V. Anthropozoisches Z. Jetztzeit.	Quartäre	12. Quartär-F. (Alluvium u. Diluvium).	jüngeres älteres	aufgeschwemmtes Gebirge.
IV. Känozoisches Z. Neuzeit.	Tertiäre	11. Neogen-F. 10. Eocän-F.	jüngeres älteres	Braunkohlen-G.
III. Mesozoisches Z. Mittelalter.	Sekundäre	9. Kreide-F.	Quadersandstein-Gebirge.	
		8. Jura-F.	Oolith-Gebirge.	
		7. Rätische F.	Dolomit-Gebirge.	
		6. Trias-F.	Salz-Gebirge.	
II. Paläozoisches Z. Altertum.	Primäre	5. Dyas-F.	Kupfer-Gebirge.	
		4. Steinkohlen-F.	Steinkohlen-Gebirge.	
		3. Devonische F. 2. Silurische F.	jüngeres älteres	Uebergangs- und Grauwacken-Gebirge.
I. Prozoisches Z. Urzeit.		1. Primitive F.	Urgebirge oder kristallinisches Schiefer-Gebirge.	

B. Eruptiv-Formationen.

Epochen.		Formationen.	Gesteine.
III. Känolithische E.	vulkanisch	7. Jüngere Trachyt- und Basalt-F.	Basaltlaven. Rhyolitlaven. Trachytlaven. Andesitlaven.

II. Mesolithische E.	vulkanisch.	6. Jüngere Porphyr-F. oder ältere Trachyt- und Basalt-F.	Dolerit und Basalt. Trachyt. Propylit.
		5. Jüngere Grünstein-F.	Gabbro, Olivinfels, Serpentin.
		4. Jüngere Granit-F.	Banatit, Protogin oder Alpengranit (Zentralgneiß).
I. Paläolithische E.	plutonisch.	3. Ältere Porphyr-F.	Melaphyr, Augitporphyr. Felsitporphyr, Phorphyrit.
		2. Ältere Grünstein-F.	Diabas und Gabbro. Diorit, Glimmerdiorit.
		1. Ältere Granit-F.	Syenit. Granit (Granitit).

Der Boden kann entweder auf dem Felsgesteine gefunden werden, aus welchem er durch Verwitterung hervorgegangen, er heißt dann Primitiv-, Ur-Boden oder angestammter, sendentärer oder Verwitterungsboden, Grundschuttgelände (Fallou), oder derselbe ist von seinem ursprünglichen Entstehungsorte fortgeschwemmt und anderwärts abgelagert, er heißt dann Schwemmlandsboden, angeschwemmter, sedimentärer Boden oder Flutschuttgelände. Ersterer hat im allgemeinen eine geringere Ausdehnung in die Tiefe, eine geringere Mächtigkeit und ist daher gewöhnlich weniger fruchtbar als angeschwemmter Boden.

Die Mächtigkeit oder Tiefgründigkeit eines Bodens, welche durch die fortdauernde Verwitterung und durch die Bodenbearbeitung einer stetigen, wenn auch in der Zeit nur sehr unmerklichen Wandlung ausgesetzt ist, hat großen Einfluß auf die Eignung des Bodens für eine bestimmte Pflanzenart. Auf flachgründigem, seichtem Boden, dessen Mächtigkeit 15 cm und weniger beträgt, gedeihen nur flachwurzelnde Pflanzen, während auf tiefgründigem Boden mit mindestens 25 cm Mächtigkeit auch tiefwurzelnde Pflanzen fortkommen. Je mächtiger der Boden, um so vorteilhafter ist derselbe für die Sicherheit und Höhe des Pflanzenertrages, da in demselben ein größerer Vorrat an Pflanzennährstoffen vorausgesetzt werden und ein Austrocknen weniger leicht vorkommen kann. Ein mächtiger Boden vermag stets durch Kapillarität Wasser aus der Tiefe aufzusaugen, während ein Zuviel an Wasser leichter in die Tiefe abgeleitet werden kann. Seichte Böden werden dagegen um so leichter austrocknen, je mehr sie ihrer sonstigen Beschaffenheit nach dazu geeignet sind.

Die oberste, gewöhnlich dunkel gefärbte Schichte des Kulturbodens, der Obergrund oder die Oberkrume, enthält, je näher der Oberfläche um so mehr in Humifikation begriffene Pflanzenreste. Unter dieser Schichte befindet sich gewöhnlich eine Bodenlage, die Reserveschichte, welche nur feinverteilten Humus oder noch in Vermoderung befindliche Wurzelabfälle enthält und die in ihrer größten Tiefe aus humusfreiem Mineralboden besteht. Unter dieser tiefsten Schichte des Obergrundes beginnt der Untergrund. Derselbe besteht bei den Primitivböden aus Felsgerölle oder festem Gesteine, bei den Schwemmlandsböden meist aus einem von dem Obergrunde verschiedenen Boden. Bei angeschwemmtem Boden können auch mehrere, verschiedenartige Schichten bis zu dem festen Gestein wechsellagern, wie z. B. bei den vom Meer angeschwemmten, sehr fruchtbaren Marschböden. Durch die Bearbeitung des Kulturbodens wird eine Änderung der Lockerheit oder mechanischen

Beschaffenheit der bearbeiteten Schichte hervorgebracht. So weit ihr Einfluß reicht, bezeichnet man die Bodenschichte als Ackerkrume, welche gewöhnlich einen um so geringeren Teil des Obergrundes ausmachen wird, je mächtiger dieser ist.

Je seichter der Obergrund, einen um so größeren Einfluß wird der Untergrund auf die physikalischen und selbst chemischen Eigenschaften des Obergrundes ausüben. Enthält der felsige oder erdige Untergrund Mergel, Kalksteine, Basalte, Diabase, Granite u. dgl., welche bei ihrer Verwitterung die Menge der Bodensalze vermehren, so ist dies nur vorteilhaft. Nachteilig wird der Untergrund in stofflicher Beziehung, wenn durch die Verwitterung Eisenoxydul (Ortstein) und dessen lösliche Salze oder freie Säuren gebildet werden. Tritt an einzelnen Feldstellen ein felsiger oder kiesiger Untergrund nahe an die Bodenoberfläche, so werden auf solchen Schein- Schrind- oder Schwind-Stellen die Pflanzen gar nicht oder nur kümmerlich fortkommen.

In physikalischer Hinsicht stellt sich der Untergrund um so günstiger heraus, je verschiedener derselbe von dem Obergrunde ist. Ein durchlässiger Untergrund mäßigt die Schädlichkeit einer undurchlässigen Oberkrume, während ein undurchlassender Untergrund vorteilhaft auf eine lockere, sandige, schnell austrocknende Oberkrume einwirkt. Ein sandiger Untergrund wird deshalb für einen thonigen Obergrund günstig, für eine gleichfalls sandige Oberkrume ungünstig sein.

Die Ablagerung des Bodens oder seine Neigung zum Horizont (Vgl. S. 62) ist ebenfalls von Einfluß auf dessen Kulturfähigkeit. Je nach der Größe der Neigung bezeichnet man den Boden als: eben bei 0°, fast eben oder sanft geneigt bei 1—5°, neigig, lehnig bei 5—10°, mäßigsteil bei 10—15°, abschüssig bei 15—20°, steil bei 20—30° und sehr steil, schroff, jäh bei 30—45° Neigung.

2. Die Bestandteile des Bodens.

Die schließlichen Verwitterungsprodukte der Gesteine sind entweder, wie die Bodengerüstteile, keine Nährstoffe, oder wie die Bodensalze, Nährstoffe. In Wirklichkeit dürfte es jedoch keinen Kulturboden geben, in welchem diese Spaltung vollendet wäre. In der Regel finden sich alle Uebergänge von dem unverwitterten Gesteine bis zu jenen Spaltungsprodukten vor.

Die vollständige Trennung der Bodengerüstteile von den Bodensalzen findet nur in den künstlichen Nährstoffgemischen statt, welche bei Vegetationsversuchen (S. 18) im Laboratorium zur Verwendung gelangen.

Der Kulturboden bildet somit ein Gemenge von zertrümmertem Felsgestein (Gesteinstrümmer, von Knop Bodenskelett genannt), von chemisch verändertem, zu krümeligen oder pulverigen Massen verwittertem Gestein (Feinerde) und von Verwesungs- und Verkohlungssubstanzen (Humus). Letztere sind von verschiedenem organischen Ursprung und treten gewöhnlich der Masse nach gegen die Ersteren zurück.

Der Gehalt eines Bodens an verschiedenen Humussubstanzen ergiebt sich aus dem Glühverluste der völlig trockenen Erde. Die Menge der gröberen Gesteinstrümmer wird durch die sog. mechanische Bodenanalyse durch Absieben von der Feinerde nachgewiesen. Aus der Feinerde werden schließlich durch Absitzenlassen des aufgerührten Schlammes (Sedimentier-Apparat von Kühn, Bennigsen) oder durch Abschlämmen mit fließendem Wasser (Nöbel's, Schöne's Schlämmapparat), oder durch Fallenlassen in einer, 1 m hohen Wassersäule, (Apparat

R. Deetz) die abschlämmbaren Bodenteile, der Thon, von den sandigen Bodenteilen (feinere Gesteinstrümmer, Quarz- und Kalksand) ausgeschieden.

Mit Rücksicht auf das Hydratwasser vieler Silikate und Salze, welches durch Trocknen bei 100° C. nicht zu entfernen ist, ist der Humusgehalt sicherer durch Oxydation der organischen Substanz mittelst Schwefelsäure und chromsaurem Kali zu bestimmen. (Vergl. E. Wolff, Chemische Untersuch. landw. wicht. Stoffe. 3 Aflg. Berlin 1875, S. 38.)

Die angeführte Trennung der Bodenbestandteile giebt wenig Aufschluß über das Verhältnis der Nicht-Nährstoffe zu den Nährstoffen im Boden. Ueber dieses Verhältnis vermag allein die chemische Bodenanalyse Aufklärung zu geben, indem sie durch einen wässerigen oder salzsauren Auszug die in den Gesteinstrümmern oder in der Feinerde enthaltenen, löslichen Bodensalze nachweist; aber auch sie kann nur ungenügend die zur Zeit in den Gesteinstrümmern noch gebundenen Pflanzennährstoffe von den aufnahmsfähigen unterscheiden. Sicher vermag sie nur anzugeben, wie viele Pflanzennährstoffe, aufnahmsfähige und unaufgeschlossene zusammen im Boden vorhanden sind. Die Ursache dieses Unvermögens liegt in dem Unterschiede der Lösungsmittel; der Chemiker verwendet Wasser, verdünnte und konzentrierte Säuren, Ätznatron ꝛc., während im Boden außer dem Wasser, die Kohlensäure, die Humussäuren und die Menge und Beschaffenheit der schon gelösten Salze auf die Lösung der Nährstoffe Einfluß nehmen. Die chemische Analyse giebt desungeachtet manche wertvolle Aufschlüsse, wie z. B. über das Fehlen eines unentbehrlichen Nährstoffes oder über das Vorhandensein eines für die Pflanzenvegetation nachteiligen Stoffes, wie des schwefelsauren Eisenoxydes, des Schwefeleisens oder eines Uebermaßes von Eisenoxydul oder von Kochsalz und Salpeter.

Zur Ermittelung des relativen Gehaltes an assimilierbaren Pflanzennährstoffen im Boden macht Heinrich[1]) den sehr beachtenswerten Vorschlag, das in den Wurzeln von reifen, einjährigen Pflanzen (Haferwurzeln) enthaltene Minimum an den entsprechenden Pflanzennährstoffen zu ermitteln. Je ärmer die Wurzeln an Nährstoffen sind, desto ärmer ist die betreffende Ackerkrume; je reichlicher die normalen Wurzeln Nährstoffe enthalten, desto reicher muß auch der Boden sein, dem sie ihre Nährstoffe entzogen haben.

Obwohl es bisher nicht gelungen, die in einem Boden vorhandenen Nichtnährstoffe von den im gebundenen und im aufnahmsfähigen Zustande befindlichen Nährstoffen auf einfache Weise zu trennen, so halten wir doch zur Erleichterung des Verständnisses diese Unterscheidung aufrecht und besprechen die Eigenschaften der einzelnen Bodenbestandteile in nachstehender Reihenfolge: 1. die veränderlichen Gesteinstrümmer und der veränderliche Sand, 2. die Bodengerüstteile und 3. die Bodennährstoffe.

1. Die veränderlichen Gesteinstrümmer und der veränderliche Sand.

Die Gesteinstrümmer werden von verschieden großen, noch nicht verwitterten Felsmassen gebildet. Dieselben können im Verlaufe der Zeit entweder durch die Verwitterung mannigfaltige Veränderungen erfahren, oder sie sind unveränderlich. Letztere Gesteine, wie Quarzfels, Thon und Kalkstein werden bei den Bodengerüstteilen besprochen werden.

Die veränderlichen Gesteinstrümmer bilden (S. 26) einen noch nicht aufgeschlossenen Vorrat an mineralischen Pflanzennährstoffen, welche meist

[1]) Dr. R. Heinrich, Grundlagen zur Beurteilung der Ackerkrume. Wismar 1882, S. 61.

erst in der Zukunft durch die Verwitterung von den Bodengerüstteilen abgeschieden und den Pflanzenwurzeln zugänglich gemacht werden. Geringe Mengen der in den Gesteinstrümmern enthaltenen Pflanzennährstoffe dürften jedoch auch schon zur Zeit, in dem Maße als Wurzelhaare mit denselben verwachsen (S. 17) aufnahmsfähig sein.

Der Wert der veränderlichen Gesteinstrümmer — wenn dieselben nicht etwa durch zu massenhafte Ansammlung im Boden ungünstig auf die physikalischen Bodeneigenschaften einwirken — hängt von der näheren Beschaffenheit der Gesteinsarten ab, aus welchen sie zusammengesetzt sind.

Im allgemeinen bestehen die Gesteine entweder allein, oder gemengt aus unlöslicher Kieselsäure in der unverwitterbaren Quarzmodifikation (Härte = 7), aus Silikaten (Härte = 6), welche durch die Verwitterung, wenn auch langsam, verändert werden, oder aus kohlensaurem Kalk (Kalkstein, Härte = 3) und aus diesem und der kohlensauren Talkerde (Dolomit, Härte = 5), welche im Wasser löslich, aber durch die Verwitterung nicht verändert werden. Zuweilen findet sich in den Gesteinen auch noch das im Wasser schwer lösliche Sulphat des Kalkes, der Gips (Härte = 2). Die Silikate liefern bei der Verwitterung sofern sie, wie die Feldspate, Thonerde und Eisen als vorherrschende Basen enthalten, den Bodengerüstteil Thon und je nach ihrem Gehalte an Alkalien und alkalischen Erden wechselnde Mengen von Bodennährstoffen. Der Quarz und der Kalk bilden die Bodengerüstteile Quarz und Kalksand.

Je reichlichere Mengen an leicht löslichen Pflanzennährstoffen die Gesteinstrümmer neben den Bodengerüstteilen bei der Verwitterung liefern um so wertvoller sind sie für den Boden. Die hervorragendsten Bodennährstoffe finden sich in den nachstehenden wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Mineralien und Gesteinen:

a. Kali. Das Kali kommt entweder, wie im Kalifeldspat ($Si_3 O_8 AlK$, Orthoklas mit einem Gehalte von 9,11—15,21 % Kali), Kaliglimmer (6,05—10,25 %), Magnesiaglimmer (6,06—13,15 %), Leucit (13,60—18,61 %) ꝛc., als wasserfreies Silikat, oder wie in den Zeolithen (8,11—10,74 %) als wasserhaltiges Silikat vor. Die Feldspate und Glimmer bilden einen Hauptgemengteil der weitverbreiteten Gebirgsgesteine: Granit, Gneis, Syenit, Porphyr, Glimmerschiefer ꝛc.; der Leucit einen Gemengteil der Laven.

b. Natron. Das Natron findet sich neben Kali in den Feldspaten, besonders im Natronfeldspat ($Na Al Si_3 O_8$ Albit 4,10—10,97 %), im Oligoklas ($Na_4 Al_4 Si_9 O_{26}$ 6,15—9,37 %) und als wasserhaltiges Silikat in verschiedenen Zeolithen (7,39—16,00 %; Analzim $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12} + 2 H_2 O$). Eine der verbreitetsten Verbindungen des Natron ist das Chlornatrium oder Kochsalz ($NaCl$). Die Natronfeldspate bilden, wie die Kalifeldspate, einen hervorragenden Gemengteil kristallinischer Gesteinsmassen, wie der Granite ꝛc.

c. Kalk. In Verbindung mit anderen Silikaten kommt kieselsaurer Kalk im Labrador ($Ca Al_2 Si_3 O_{10}$ 8,05—16,53 %), einem Gemengteil der Syenite, Grünsteine, Diorite ꝛc., im Augit ($Ca Mg Si O_3$, 18,78—25,34 %), einem Gemengteile der Basalte, Laven ꝛc., in der Hornblende ($Ca Mg_3 Si_2 O_6$ Amphibol 9,55—13,80 %), einem Gemengteile des Syenit, Diorit, Melaphyr u. s. w. vor. Als kohlensaurer Kalk ($Ca CO_3$ Kalkspat) bildet der Kalk einen weit verbreiteten Bodengerüstteil.

d. Magnesia. Von den kieselsauren Verbindungen der Magnesia sind außer dem betreffenden Bodengerüstteil zu nennen: der Talk ($H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$, 24,81 %), der Speckstein, der Serpentin (10—38 %) und die Chlorite. In größeren Mengen kommt sie vor im Olivin ($Mg_2 Si O_4$, 42 %) Magnesiaglimmer (15—30 %), Hornblende (13—24 %), Dolomit (12—22 %) 2c.

e. Eisen. Das Eisen bildet als Eisenoxyd einen Bestandteil sehr vieler Mineralien. Am häufigsten findet sich Eisen in den Eisenerzen wie im Roteisenstein ($Fe_2 O_3$, wasserfreies Eisenoxyd), im Braun- und Gelbeisenstein ($Fe_2 O_6 H_6$, Eisenoxydhydrat), im Schwefelkies ($Fe S_2$, Schwefeleisen) 2c.

f. Mangan. Das Mangan kommt gewöhnlich als Begleiter des Eisens vor. Es verleiht, wie das Eisen, dem Boden eine dunklere Färbung.

g. Mineralsäuren. Unter den Mineralsäuren nimmt die Kieselsäure und Kohlensäure einen hervorragenden Anteil an der Zusammensetzung der Gesteine. Die lösliche Kieselsäure bildet einen Bestandteil der wichtigen zeolithischen Mineralien, welche als Thonalkali- oder Thonkalk-Silikathydrate anzusehen sind. Die Phosphorsäure findet sich im schwer verwitterbaren Apatit ($Ca_3 P_2 O_8$, Phosphorit 36,88—42,28 %), dann in den Koprolithen und Osteolithen (Versteinerungen der Exkremente und Knochen vorweltlicher Tiere, 6,99—26,75 %), und in einer Mehrzahl seltener vorkommender Phosphatgesteine. Der Granit enthält 0,58, der Gneiß 0,78, der Basalt 1,11, der Feldspat 1,7 % Phosphorsäure.

Auf die physikalischen Eigenschaften der Gesteinstrümmer hat die Gestalt und Größe derselben wesentlichen Einfluß. Die Gesteinstrümmer sind entweder rund, oder eckig, oder sie treten wie der Glimmersand in Form von Schüppchen auf. Dieselben haben bis auf die sehr feinkörnigen oder schüppchenartigen Gesteinstrümmer, welche im feuchten Zustande einen geringen Zusammenhalt besitzen, keine Bindigkeit.

Treten die Gesteinstrümmer in sehr grobkörniger Form auf, so bezeichnet man sie als Gerölle, Grus, Geschiebe, Rollsteine. Sind die Trümmer 3—5 mm groß, so heißen sie Grobkies, bei 2—3 mm Größe Feinkies.

Unter erbsengroße bis staubfeine Felstrümmer, zuweilen auch Reste verschiedener Tiergehäuse, welche in der Hauptsache aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk bestehen, bilden den veränderlichen Sand. Je nach der Größe der einzelnen Sandkörner unterscheidet man: Perlsand (1—2 mm), groben Sand (0,5—1 mm), feinen Sand oder Triebsand (0,25—0,5 mm), sehr feinen Sand, Flugsand (0,1 — 0,25 mm) und staubfeinen Sand, Mehl- und Staubsand (0,025—0,25 mm).

Je nach der mineralogischen Zusammensetzung unterscheidet Senft [1]) quarzreichen Sand (Feldspat-, Glimmer-, kalkhaltigen, eisenschüssigen Quarz-, Blei-, Kohlen-Sand), kalkreichen Sand (Muschelsand, Wiesenmergel, Alm) und vulkanischen oder Lavasand.

Der Sand absorbiert die Wärmestrahlen der Sonne unter gleichzeitiger rascher Erwärmung sehr stark. Ebenso rasch, wie er sich erwärmt, kühlt er sich wieder ab und zwar um so rascher, je grobkörniger und dunkler gefärbt derselbe ist. Die geleitete Wärme nimmt der trockene und lockere Sand dagegen nur sehr langsam

[1]) Dr. F. Senft, Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. Berlin 1877. S. 223.

auf und giebt sie nur langsam wieder ab. Mit Sand bedeckter Boden hält sich daher im Winter warm, im Sommer kühl. Nasser Sand verhält sich als sehr guter Wärmeleiter gerade entgegengesetzt. Die wasserfassende Kraft des Sandes ist sehr gering (vergl. S. 44). Das von dem Sande aufgenommene Wasser verdunstet sehr rasch, oder es läuft schnell in tiefere Bodenschichten ab.

2. Die Bodengerüstteile.

Die durch die Verwitterung nicht weiter zersetzbaren Bodengerüstteile sind aus den Gesteinstrümmern entstanden; sie bestehen entweder aus Quarz, Thon, oder aus Kalk und Magnesia. Obwohl sie keine Nährstoffe sind, bilden sie doch die Träger für die Bodennährstoffe. Sie bedingen wegen ihrer, gegenüber den Bodennährstoffen überwiegenden Masse vorzugsweise den physikalischen Charakter des Bodens; dadurch, sowie durch die Gewährung des den Pflanzen Schutz und Halt bietenden Standortes erlangen sie die größte Bedeutung für die Pflanzenvegetation.

a. Der Quarz.

Der Quarz besteht aus in Wasser unlöslicher Kieselsäure (SiO_2), welche von den Pflanzenwurzeln nicht aufgenommen wird. Er entsteht bei der Verwitterung quarzhaltiger Gesteine (Granit 2c.) oder durch das mechanische Zerfallen von Quarzfels oder Kieselschiefer. Durch die Verwitterung wird er in seinem chemischen Bestande nicht verändert. Je nach der Form kommt derselbe entweder als unveränderlicher Sand, oder als unveränderliche Gesteinstrümmer im Boden vor und teilt je nachdem mit dem veränderlichen Sand oder mit den veränderlichen Gesteinstrümmern die für diese angegebenen Eigenschaften. Besonders zu erwähnen ist, daß der Quarz keine Absorption und Hygroskopizität und nur geringe wasseranhaltende Kraft besitzt. Ähnlich wie der Quarz verhalten sich auch jene veränderlichen Sandkörner, deren Verwitterung durch einen Ueberzug von Eisenoxydhydrat verhindert wird.

b. Der Thon.

Der Thon oder die wasserhaltige, kieselsaure Thonerde ($Al_2SiO_5 + 2H_2O$) bildet das letzte, durch kohlensäurehaltiges Wasser nicht mehr veränderliche Verwitterungsprodukt von kieselsäurereichen Feldspaten, Zeolithen und Glimmern, welche bei der Verwitterung ihre Alkalien, alkalischen Erden und einen Teil der löslichen Kieselsäure verloren haben.

Durch verschiedene Beimengungen, welche jedoch so innig mit dem Thon verbunden sind, daß sie durch Wasser nicht ausgeschlämmt werden können, und auch nicht auf chemischem Wege herzustellen sind, erhält der Thon die verschiedenste Beschaffenheit. Durch eine Beimengung von mehr als 10 % Kieselmehl (amorphe Kieselsäure) und 5 % Eisenoxyd bildet sich der Lehm, von so viel kohlensaurem Kalk, daß jedes Teilchen mit Säuren begossen aufbraust, der Mergel, von soviel Eisenoxyd, daß der Thon ockergelb oder braunrot gefärbt wird, der eisenschüssige Thon und von soviel Bitumen, daß der Thon schwärzlich gefärbt wird, der bituminöse Thon.

Im trockenen Zustande bildet der Thon eine fest zusammenhängende oder pulverige, im Wasser schlämmbare Masse, welche im reinen Zustande beim Glühen

nicht schmilzt, sondern durch Verlust des chemisch gebundenen Wassers seine plastischen Eigenschaften einbüßt und zu einer harten Masse zusammenfrittet.

Im feuchten Zustande erwärmt sich der Thon nur langsam, kühlt jedoch durch Verdunstung des Wassers sehr rasch ab. Im trockenen, pulverigen Zustande erwärmt er sich gleichfalls nur langsam, bleibt jedoch lange warm. Sonnenstrahlen erhöhen die Temperatur vom weißgrauen Thon nur langsam, am schnellsten vom dunkelgefärbten Thon. Letzterer verliert jedoch, einmal erwärmt, seine Temperatur viel schneller als ersterer. Der Frost bewirkt durch Gefrieren des aufgenommenen Wassers ein Auseinanderfallen des Thones in kleine Teilchen.

Der Thon besitzt eine bedeutende Adhäsion an andere Körper und entgegen dem Sande eine große Bindigkeit. Im feuchten Zustande läßt er sich kneten und formen. Trocknet er rasch ab, so erhärtet er zu einer festen Masse unter Volumsverminderung. Sind in einem Thone über 10 % unabschlämmbare amorphe Kieselsäure (Kieselmehl) enthalten, so verliert er an Plastizität und wird mager. In ähnlicher Weise wirken Eisenoxyd und Kalk. Magnesiagehalt erhöht die Eigenschaft des Thones, sich fettig anzufühlen, verringert aber auch seine Plastizität.

Wasser nimmt der Thon langsam aber bis zu 70 % seines eigenen Gewichtes auf und hält dasselbe lange fest. Im Wasser aufgelöste, mineralische Pflanzennährstoffe und feinverteilte Humussubstanzen hält er auch noch dann zurück, wenn das Wasser wieder verdunstet ist. Gase, wie das in der Luft vorkommende kohlensaure Ammoniak, werden von dem Thon aufgesaugt und in seinen Poren verdichtet. Beim Anhauchen oder Erwärmen giebt er dieselben wieder frei, wie an dem eigentümlichen Geruche des Thones zu erkennen ist.

Im reinen Zustande bildet der Thon ebensowenig wie der Quarz einen Nährstoff, oder einen geeigneten Standort für die Pflanze. Als Bodenbestandteil erhält er jedoch durch seine Eigenschaften, besonders durch seine Fähigkeit, feste und gasförmige Pflanzennährstoffe festzuhalten, eine hohe Bedeutung.

c. Der Kalk und die Magnesia.

Der Kalk kommt in der Natur am häufigsten in Verbindung mit Kohlensäure als Calcit ($CaCO_3$) oder in Verbindung mit Schwefelsäure als Gips ($CaSO_4$) vor. In Verbindung mit kohlensaurer Magnesia bildet der kohlensaure Kalk den Dolomit ($3CaCO_3, 2MgCO_3$). Ein Gemenge von Thon mit mindestens 20 % kohlensaurem Kalk oder 15 % Dolomit bildet den Mergel. Außerdem kommen Kalk und Magnesia als Verwitterungsprodukte zahlreicher Mineralien besonders der Amphibolite (Hornblenden), der augitreichen Felsarten oder als Reste von Konchylien vor. Am gewöhnlichsten treten dieselben im körnigen Zustande als Kalk- und Dolomitsand oder auch als unverwitterbares Gerölle auf. Noch häufiger sind sie im Boden in feinster Verteilung enthalten. Ihr Vorhandensein kann durch Uebergießen mit Säuren, z. B. mit Salzsäure nachgewiesen werden, welche unter Aufbrausen ein Entweichen der gebundenen Kohlensäure herbeiführen.

Beide Bodengerüstteile sind nicht so unveränderlich wie der Quarz und Thon, da sie besonders von kohlensäurehaltigem Wasser aufgelöst werden. In Berührung mit stickstoffhaltigen, abgestorbenen Organismen befördert der Kalk die Bildung von salpetersaurem Kalk. In Berührung mit stickstofffreien, organischen Resten begünstigt er dagegen die Bildung von Humussäuren.

Als Bodenbestandteil wirken der Kalk und die Magnesia erwärmend und lockernd, den Stoffumsatz befördernd. In feingepulvertem Zustande nimmt der Kalk bis 85 % Wasser auf, welches jedoch wieder schnell verdunstet oder durchgelassen wird. Der Zusammenhang und die Adhäsion dieser beiden Bodengerüstteile halten die Mitte zwischen Quarz und Thon. Die Bodennährstoffe werden von ihnen, mit Ausnahme der phosphorsauren Salze, nur wenig absorbiert.

d. Der Humus.

Die Zersetzungsprodukte abgestorbener Pflanzen und Tiere, welche in ihrer Gesamtheit als Humus bezeichnet werden, bilden neben Quarz, Thon und Kalk einen weiteren Bestandteil des Bodengerüstes, welcher im Boden unter der Einwirkung von Wärme, Luft und Feuchtigkeit den mannigfaltigsten Veränderungen unterliegt.

Bei ungehinderter Einwirkung der letztgenannten Agentien verwesen die Organismenreste zu braunen (Ulmin) und schwarzen (Humin), erdig-pulverigen Substanzen, den Humuskörpern, welche im Gegensatze zur Geïnsubstanz auf die Pflanzenvegetation nicht schädlich einwirken und daher von den Landwirten als „gutartiger, milder Humus" bezeichnet werden. Bei gehindertem Luftzutritte und unter Einwirkung von Wasser verfaulen die Reste zu einer grauschwarzen, sauer reagierenden Masse, dem sauren oder fauligen Humus, Geïn. Wird die bei vollem Luftzutritte beginnende Zersetzung durch Verhinderung des weiteren Luftzutrittes und unter Einwirkung von erhöhter Temperatur und Wasser gehemmt, so vertorft und verkohlt die Masse, es bildet sich der Torf.

1. Humus. Die abgestorbenen organischen Körper werden zunächst durch den Sauerstoff der Luft unter Abscheidung gasförmiger Stoffe zumeist in der Form von Wasser, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, phosphorige Säure und Kohlensäure in die kohlenstoffreicheren und wasserstoffärmeren, in Wasser unlöslichen, indifferenten Humuskörper umgewandelt (Humifikationsprozeß).

Die Humussubstanz zeichnet sich dadurch aus, daß sie unter Wärmeentwickelung und Aufquellen Wasser und darin gelöste Stoffe bis zum 125—190fachen ihres Gewichtes aufzusaugen vermag und die atmosphärische Luft verdichtet. An Thon saugt sich fein verteilter Humus fest und bildet mit diesem ein inniges Gemisch, die Dammerde. Erfolgt diese Mengung so innig, daß jedes Bodenteilchen von Humus eingehüllt erscheint, so bezeichnet man den Boden als gar.[1] Im trockenen Zustande bildet der Humus eine staubförmige, dunkelgefärbte Masse, welche keine organische Struktur mehr zeigt. Strahlende Wärme erhöht die Temperatur des Humus, je dunkler seine Färbung ist, beträchtlich, dagegen kühlt er auch rasch wieder ab; der schwarze erwärmt sich daher mehr als der braune Humus. Wasserhaltiger Humus wird durch den Frost nach dem Auftauen in ein staubförmiges Pulver umgewandelt. Der Humus ist sehr kapillar, das aufgenommene Wasser verdunstet daher rasch; feuchte humose Erde ist deshalb auch kalt.

Bei Gegenwart von Alkalien oder Ammoniak, Kalk entstehen aus den indifferenten Humuskörpern unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft oder bei dem Fehlen desselben durch Reduzierung der im Boden vorkommenden schwefelsauren Metall-

[1]) Dr. F. Senft, Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen als Erzeugungsmittel neuer Erdrindenlagen. Leipzig 1862.

oxyde zu Schwefelmetallen, verschiedene **Humussäuren**: Ulminsäure, Huminsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure. Diese Säuren, welche eine aus der anderen durch fortgesetzte Oxydation hervorgehen, enthalten der Reihe nach immer weniger Wasserstoff und Kohlenstoff, bis sie als letztes Oxydationsprodukt der Humuskörper in Kohlensäure übergehen. Von den Humuskörpern bleiben daher schließlich nach der Zersetzung nur die vor derselben in den Organismen enthaltenen Aschensalze zurück.

Es verdient bemerkt zu werden, daß die Oxydation der Humusstoffe im Boden, namentlich die Umwandlung des bei der Entmischung der organischen Stoffe sich bildenden Ammoniaks in Salpetersäure (Nitrifikation) nach Schlösing und Müntz (Comptes rendus 1879), ebenso die Oxydation des Kohlenstoffs nach Wollny (Über die Thätigkeit niederer Organismen in der Ackererde. Deutsche ldw. Pr. 1883, Nr. 47, S. 296) zum größten Teil an die Thätigkeit niederer Organismen gebunden ist. Ob auch die Regenwürmer, wie Darwin (Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer. Stuttgart 1882) angiebt, an der Bildung des Humus einen hervorragenden Anteil nehmen, muß erst genauer studiert werden (Vergl. V. Hensen, Über die Fruchtbarkeit des Erdbodens in ihrer Abhängigkeit von den Leistungen der in der Erdrinde lebenden Würmer. Landw. Jahrb. 1882, Bd. 11. S. 661 u. f.).

Die Humuskörper und Humussäuren sind als Bodengerüstteile keine Pflanzennahrungsmittel, jedoch erhöht ihr Vorhandensein die Fruchtbarkeit des Bodens, nachdem sie zur Festhaltung (Absorption), Verbreitung und Aufschließung der Bodennährstoffe dienen. Die humussauren Salze bilden mit Alkalien und Ammoniak Doppelsalze und verhindern dadurch den Uebergang des Ammoniak in Salpetersäure, welche von dem Boden nicht absorbiert wird. Der Humus ermöglicht daher die Ansammlung von gebundenem Stickstoff im Boden. Die im Wasser löslichen humussauren Salze vermögen an und für sich unlösliche und durch kohlensäurehaltiges Wasser unzerlegbare Salze, wie z. B. Silikate, zu lösen oder in lösliche Verbindungen umzuwandeln. Durch den Humus werden demnach die aufnahmsfähigen Bodensalze vermehrt, indem nicht nur die Aschensalze nach der vollständigen Zersetzung des Humus zurückbleiben, sondern auch durch die Zersetzungsprodukte desselben, wie Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure, mehrfache Umwandlungen der im Boden vorkommenden Alkalien, alkalischen Erden und Schwermetalle herbeigeführt werden.

Durch das Vorhandensein des Humus in der obersten Bodenschichte der Ackerkrume wird eine extreme physikalische Bodenbeschaffenheit verbessert, indem schwerer Thonboden mehr Porosität und Durchlässigkeit, leichter Sand mehr Zusammenhang und wasserfassende Kraft erhält. Weiter wird durch den Humus die Absorptions- und Kondensationsfähigkeit des Bodens für Gase, Wasserdampf, sowie das Verhalten des Bodens gegen die strahlende Sonnenwärme günstig beeinflußt. Durch die Kohlensäure- und Ammoniak-Entwickelung des Humus bei ungehindertem Luftzutritt wird nicht nur eine Quelle für atmosphärische Pflanzennährstoffe geschaffen, sondern auch die chemische Thätigkeit im Boden befördert.

2. **Geïnsubstanz.** Die Geïnsubstanz entsteht vorzugsweise aus gerbstoffreichen Substanzen, welche in stehenden Gewässern, Sümpfen verfaulen und eine schlammige, übelriechende, auch saurer oder adstringierender Humus genannte Masse bilden. Diese Substanz verwandelt sich unter der Einwirkung von kohlensauren Alkalien in eine im Wasser lösliche, für die Pflanzenvegetation nachteilige Säure,

die Geïnsäure. Längere Zeit der Luft ausgesetzt, oxydiert sich diese Säure, besonders bei Gegenwart von Kalk und Asche, zu Quell- und Quellsatzsäure.

3. Torfsubstanz. Wird durch Unterwassersetzen die Verwesung der organischen Reste gehemmt, so verkohlen oder vertorfen dieselben unter Wärmeentwickelung und Entbindung von Kohlenwasserstoffen. Anfänglich zeigt sich der unreife Torf von den Pflanzenresten noch faserig. Als reifer, ausgebildeter Torf erscheint er im nassen Zustande als schwarzbrauner Schlamm (Schlamm- oder Baggertorf) oder als eine seifige, wachsartig glänzende, pechschwarze Masse (Pechtorf). Der Torf ist als Standort für die meisten Pflanzen wegen der großen wasserfassenden und wasseranhaltenden Kraft ungeeignet.

3. Die Bodennährstoffe.

Die Bodennährstoffe, welche allein von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden können, entstehen bei der Verwitterung der Gesteinstrümmer neben den Bodengerüstteilen: Quarz, Thon, Kalk und Humus, jedoch in geringeren Mengen als diese. Sie sind nicht unveränderlich, sondern unter dem Einflusse des kohlensäure- und salzhaltigen Wassers und der im Boden befindlichen Luft in einer steten Veränderung begriffen, durch welche bestehende Verbindungen umgesetzt und neue Verbindungen gebildet werden. Außerdem findet eine stete Wanderung der durch das Regenwasser gelösten Nährstoffe der Ackerkrume in den Untergrund und umgekehrt durch das Aufsteigen des Grundwassers eine Wanderung der Nährstoffe des Untergrundes nach aufwärts statt; diese Wanderung wird jedoch wesentlich durch das Absorptionsvermögen des Bodens (S. 41) beschränkt. Im Allgemeinen wird sich in der Ackerkrume, abgesehen von der Zufuhr von Pflanzennährstoffen durch die Düngung, begünstigt durch die lebhaftere Verwitterung, ein größerer Nährstoffvorrat ansammeln können, als im Untergrunde.

Zu den wichtigsten, in assimilierbarem Zustande im Boden vorhandenen Nährstoffen, zu welchen noch die an die Gesteinstrümmer gebundenen (S. 32) hinzukommen, gehören:

a. Kali (K_2O). Das Kali kommt im Boden entweder als wasserhaltiges Silikat, oder als humussaures Salz vor. Außerdem finden sich im Bodenwasser gelöst oder durch Flächenanziehung festgehalten: kohlensaures Kali (K_2CO_3), als Verwitterungsprodukt der Feldspate und Glimmer, und schwefelsaures Kali (K_2SO_4), als Verwitterungsprodukt von Thonschiefer oder als Umsetzungsprodukt bei der Einwirkung von Gips auf die wasserhaltigen Silikate. Bei Anwesenheit von stickstoffhaltigen Verwesungsmassen bildet sich auch salpetersaures Kali (KNO_3). Am spärlichsten sind Alkaliphosphate im Bodenwasser vertreten.

b. Natron (Na_2O). Das Natron kommt am häufigsten als Chlornatrium ($NaCl$) und als Silikat vor. Außerdem finden sich im Boden kohlensaures (Na_2CO_3), schwefelsaures (Na_2SO_4), salpetersaures ($NaNO_3$), phosphorsaures (HNa_2PO_4) und humussaures Natron.

c. Ammoniak (NH_3). Das Ammoniak kommt in denselben Verbindungen wie das Kali vor, ist jedoch im Boden sehr unbeständig, da es bald in Salpetersäure überführt wird.

d. Kalk (CaO). Im Boden findet sich am gewöhnlichsten kohlensaurer Kalk ($CaCO_3$) vor, neben diesem humussaurer, dann phosphorsaurer, als Ver-

witterungsprodukt der meisten Augite und Glimmer, und im düngerreichen Boden auch salpetersaurer Kalk (CaN_2O_6). In Verbindung mit Kieselsäure findet sich der Kalk nicht im Bodenwasser gelöst, da der kieselsaure Kalk im Momente seiner Lösung im kohlensäurehaltigen Wasser in kohlensauren Kalk umgewandelt wird.

e. Magnesia (MgO). Der Boden enthält die Magnesia als kohlensaure ($MgCO_3$), humussaure Magnesia, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia ($MgNH_4PO_4 + 6H_2O$) oder als Silikat.

f. Eisen (Fe). Das Eisen ist im Boden als Eisenoxydhydrat ($Fe_2O_6H_6$) oder als phosphorsaures Eisenoxyd ($Fe_2P_2O_8$) oder als wasserhaltiges Silikat anzutreffen.

g. Chlor, Fluor (Cl, Fl). Das Chlor kommt am häufigsten als Chlornatrium (Kochsalz) ($NaCl$) und Chlorammonium (Salmiak NH_4Cl) im Boden vor.

h. Kieselsäure (SiO_2). Die von den Pflanzen aufgenommene Kieselsäure stammt nicht von der unlöslichen kristallierten Form, dem Quarz, sondern von der im kohlensäurehaltigen Wasser löslichen Kieselsäure (H_4SiO_4), welche durch die Kohlensäure bei der Umwandlung der kieselsauren Salze in kohlensaure Salze ausgeschieden wird.

i. Schwefelsäure (SO_3). Schwefelsaure Salze bilden sich im Boden durch Oxydation der Schwefelmetalle. Letztere entstehen in tiefern, von der Luft abgeschlossenen Bodenschichten bei Gegenwart von schwefelhaltigen, organischen Resten. Schwefelsaure Verbindungen entstehen auch durch Umwandlung der kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden unter der Einwirkung von Schwefelwasserstoff-Ammoniak, welches sich aus den Verwesungsmassen organischen Ursprunges entwickelt. Die größte Menge von Schwefelsäure kommt im Boden als unlösliche Eisenoxyd- ($Fe_2S_3O_{12}$) oder schwer lösliche Kalkverbindung vor. Zu erwähnen ist, daß saures schwefelsaures Eisenoxydul durch die Zerstörung der Zellmembrane für die Pflanzenvegetation nachteilig wird.

k. Phosphorsäure (P_2O_5). Die Phosphorsäure bildet einen der wichtigsten Pflanzennährstoffe, welcher jedoch in den meisten Bodenarten nur in sehr geringer Menge angetroffen wird, und zwar entweder als phosphorsaures Eisenoxyd ($Fe_2P_2O_8$) oder als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia ($PO_4MgNH_4 + 6H_2O$), welche vor ihrer Aufnahme von der Pflanzenwurzel in phosphorsaure Alkalien umgewandelt werden.

l. Salpetersäure (N_2O_5). Die Salpetersäure bildet sich bei Gegenwart von kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden aus dem Ammoniak, welches sich bei der Verwesung organischer Reste entwickelt (Nitrifikation). Sie findet sich auch im salpetersauren Ammoniak (NH_4NO_3) im Boden.

m. Kohlensäure (CO_2). Die Kohlensäure kommt sowohl in unermeßlichen Mengen in zahlreichen Gesteinen vor, als auch im freien Zustande in der Luft und dem Wasser, welche im Boden zirkulieren. Eine reichliche Quelle für die Kohlensäure bieten alle in Verwesung begriffenen Reste organischer Körper. Alle veränderlichen, an sich unlöslichen Silikate werden unter dem Einflusse kohlensäurehaltigen Wassers in lösliche kohlensaure Salze umgesetzt. Die Kohlensäure hat daher eine hervorragende Bedeutung für die Ernährung der Pflanze, da sie fast alle im Boden gebundenen, im reinen Wasser schwer- oder unlöslichen Pflanzen-

nährstoffe löslich und somit assimilierbar, d. h. zur Aufnahme durch die Pflanzenwurzel geeignet macht. —

Fehlt im Boden nur ein unentbehrlicher Pflanzennährstoff (S. 18), so kann keine Pflanzenvegetation stattfinden, selbst dann nicht, wenn alle übrigen Nährstoffe in noch so großen Mengen vorhanden wären. Sind selbst alle Nährstoffe in den oben angegebenen Verbindungen im Boden enthalten, so reicht dies doch nicht hin, um ein Maximum von Pflanzentrockensubstanz zu ernten. Um dieses zu ernten, muß überdies ein bestimmter, nicht unter ein gewisses Minimum — Gesetz des Minimum[1]) — herabsinkender Vorrat an Pflanzennährstoffen im Boden vorhanden sein. Für die Fruchtbarkeit des Bodens ist überhaupt derjenige Nährstoff maßgebend, welcher in geringster Menge vorhanden ist.

Ueber die Größe dieses Minimum liegen nur wenige Untersuchungen vor. Nach Dr. H. Hellriegel (Annalen der Landwirtschaft, Wochenblatt VII. Nr. 33 und Landw. Versuchsstationen. X. 103) beträgt bei der Gerste, welche in Quarzsand kultiviert wurde, das Minimum an Kali, welches im Boden enthalten sein muß, um noch einen Maximalertrag zu gewährleisten, auf 1 Million Teile Boden zwischen 30 und 40 Teile. Eine Erhöhung dieses Minimum, selbst bis zum Achtfachen, hatte keinen wesentlichen Einfluß auf den Ertrag an Erntesubstanz, wenn auch entsprechend größere Kalimengen von der Pflanze aufgenommen wurden. Für den Stickstoff fand Hellriegel, daß bei Roggen 63 Teile assimilierbarer Stickstoff (Salpetersäure), bei Weizen 70 und bei Hafer 63 Teile die Minimalmengen sind, welche den höchsten Ertrag zu erzielen vermögen. Nach Heinrich (Grundlagen zur Beurteilung der Ackerkrume. Wismar 1882. S. 61 u. ff.) spricht sich die Differenz zwischen „arm" und „reich" an Nährstoffen nicht, wie Hellriegel annimmt, in der ganzen Pflanze aus, sondern um so deutlicher in jenen Pflanzenteilen, welche älter und tiefer gelegen sind, daher am deutlichsten in den Wurzeln. Diese sind zur Zeit der Reife um so mehr erschöpft, je ärmer die Bodenarten sind. Das Stickstoffminimum in der Haferwurzel läßt sich zu 0,5—0,6 %, das Kaliminimum zu 0,08—0,10 % und das Phosphorsäureminimum zu 0,08—0,10 % annehmen. Vergl. auch die Angaben auf S. 23 u. 31 d. Bd.

Zur ungefähren Beurteilung der Mengenverhältnisse der im Boden im aufnahmsfähigen und gebundenen Zustande vorkommenden Pflanzennährstoffe stellen wir nachstehend die Minima und Maxima derselben nach einer großen Zahl chemischer Bodenanalysen zusammen. In 100 Gewichtsteilen lufttrockener Feinerde können enthalten sein:

Wasser	1,03—31,23	Kalk	Spur—26,21
Organische Stoffe (Humus)	0,08—36,00	Magnesia	Spur— 3,71
In Säuren unlöslicher Rückstand (Gestein, Quarz, Thon)	30,43—93,56	Eisen-, Mangan- und Aluminium-Oxyd	1,30—17,98
In Aetznatron lösliche, zeolithische Kieselsäure	15,51—30,50	Chlor	Spur— 0,45
In Säuren löslich:		Kieselsäure	0,01— 0,19
Kali	Spur— 3,72	Schwefelsäure	Spur— 3,12
Natron	Spur— 1,88	Phosphorsäure	Spur— 1,00
		Kohlensäure	Spur—12,45

[1]) J. v. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur rc. Braunschweig 1862. Bd. II. S. 225.

3. Die allgemeinen Eigenschaften des Bodens und seiner Bestandteile.

Die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens ist, von dem Klima und der örtlichen Lage abgesehen, von dem Vorrate an Pflanzennährstoffen, von deren Verhalten im Boden (Absorption) und von dem Verhalten des Bodens gegen äußere Einflüsse wie Wärme, Luft und Wasser (physikalische Eigenschaften) abhängig.

Im allgemeinen werden die Pflanzen (ein gewisses, unentbehrliches Minimum an einzelnen Pflanzennährstoffen im Boden vorausgesetzt) durch eine Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung des Bodens am wenigsten beeinflußt, wie schon aus der Thatsache hervorgeht, daß Pflanzen der verschiedensten Art und Zusammensetzung gleich gut auf ein und demselben Boden oder Nährstoffgemisch gedeihen können. Eine Unterscheidung der Pflanzen nach ihrem Nährstoffbedürfnisse in Kiesel-, Kali-, Kalk-Pflanzen (v. Liebig) oder in Boden-stete, -vage und -holde Pflanzen (Unger), ebenso die Unterscheidung einer eigenen Salz-, Kalk- und Gipsflora hat daher nur bedingte Bedeutung. Dagegen werden Wachstum und Erscheinungsweise der Pflanzen in viel ausgiebigerer Weise durch: 1. verschiedenes Absorptionsvermögen und 2. verschiedene physikalische Beschaffenheit des Bodens beeinflußt.

1. Das Absorptionsvermögen des Bodens.

Die für die Fruchtbarkeit eines Bodens höchst wichtigen Absorptionserscheinungen äußern sich in dem Vermögen des Bodens aus einer wässerigen Lösung bis auf eine gewisse stets in Lösung verbleibende geringe Menge die wichtigsten Pflanzennährstoffe derart festzuhalten, daß sie von dem ablaufenden Wasser nicht fortgeführt werden können. Von den verschiedenen Pflanzennährstoffen werden von allen Bodenarten, nur in ungleichem Maße, Phosphorsäure, Kieselsäure, Ammoniak, Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd durch Absorption festgehalten; dagegen Salpetersäure, Schwefelsäure und Chlor nicht absorbiert. Salze werden bei der Absorption zerlegt und die Basen und Säuren für sich von dem Boden gebunden. In größter Menge werden die wichtigsten Pflanzennährstoffe: Ammoniak, Kali und Phosphorsäure absorbiert.

Die Absorption wird durch die Flächenanziehung, welche die Bodenteilchen auf die Lösungen ausüben, oder die chemische Bindung der einzelnen Bestandteile der Lösung erklärt. Durch die Absorption werden die Pflanzennährstoffe nicht absolut unlöslich, sondern nur schwer löslich gemacht, denn viel größere Mengen namentlich kohlensäurehaltiges Wasser, als früher zur Lösung notwendig waren, können die absorbierten Nährstoffe wieder lösen und den Pflanzenwurzeln zugänglich machen.

Von den einzelnen Bodenbestandteilen besitzen die feinverteilten, wasserhaltigen Silikate das größte Absorptionsvermögen. Nach diesen kommen in absteigender Reihenfolge die wasserfreien Silikate, der Thon, der Kalk und zuletzt der Quarz mit dem geringsten Absorptionsvermögen. Ein nicht unbeträchtliches Absorptionsvermögen kommt nach den Untersuchungen von Heiden[1]) dem Humus zu. Die Beschaffenheit der Bodenbestandteile nimmt insofern auch Einfluß auf

---

[1]) E. Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre. 2. Aufl. Hannover 1880. Bd. I. S. 362.

die Größe des Absorptionsvermögens, als dieselbe mit der Dichte ihres Kornes entschieden abnimmt.

Im allgemeinen haben Erden von großer Fruchtbarkeit eine hohe Absorption. Umgekehrt kann jedoch die Wirkung einer hohen Absorption mit Bezug auf die Größe der Fruchtbarkeit durch andere ungünstige physikalische Eigenschaften abgeschwächt werden. Nach W. Knop[1]) können bei Feinerden Absorptionen von 0[2]) an bis weit über 100 vorkommen. Die meisten Feinerden besitzen jedoch Absorptionen von 30—70. Absorptionen von 0—5 kann man für das Wachstum der Pflanze als ungenügend, von 5—10 und darüber als genügend erklären.

Aus den zahlreichen von Knop beobachteten Kali- und Ammoniakabsorptionen führen wir folgende charakteristische Beispiele an:

Völlig unfruchtbarer Quarzsand aus Westphalen		0 Stickstoff
Lockere Quarzsanderde mit 60% Quarzsand		8 "
Quadersandsteinboden aus der sächsischen Schweiz	0,154 Kali,	33 "
Feinerde von Kalkstein mit Quarzgeröll	0,193 "	39 "
Guter Lehmboden von Minckwitz	0,203 "	46 "
Feinster Schlamm (Thon) aus einem Alluvialboden von Möckern	— "	77 "
Russische Schwarzerde	0,202 "	72 "
Texas Schwarzerde	— "	134 "

Im Zusammenhange mit der absorbierenden Eigenschaft des Bodens sowie mit dem Gehalte desselben an stickstoffhaltigen Substanzen, steht jene Bodeneigenschaft, welche von den Landwirten der älteren Schule als die sogenannte *alte Kraft* des Bodens bezeichnet wurde. Mit Rücksicht auf die Größe des Absorptionsvermögens, den physikalischen Eigenschaften und dem Vorrate an Pflanzennährstoffen (Bodenreichtum) bezeichnet der praktische Landwirt den Boden als *arm*, wenn er nach allen drei Richtungen an der untersten Grenze steht. Ein solcher armer Boden macht sich schon durch eine eigentümliche Flechtenvegetation kenntlich. Dem armen Boden zunächst steht der *dürftige*, auch magere, kraftlose Boden genannt. Entwickeln sich bei ausreichendem Absorptionsvermögen und ausreichendem Nährstoffvorrate die Pflanzen vollkommen, so heißt der Boden *vermögend* oder kräftig, fruchtbar. Darüber hinaus bezeichnet man den Boden bei Hervorbringung einer üppigen Vegetation als reich und kräftig, und bei Hervorbringung einer mastigen, besonders auf die Blattentwickelung, weniger auf die Fruchtbildung, gerichteten Vegetation als *überreich*.

2. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens.

Die physikalischen Eigenschaften des Bodens werden von dem Mengenverhältnisse der einzelnen Bodenbestandteile, besonders der Bodengerüstteile (Quarz, Thon, Kalk und Humus) bestimmt.

1. *Spezifisches und Volumen-Gewicht.* Das spezifische Gewicht beträgt bei Quarz 2,2—2,65—2,8, bei Thon 2,2—2,53, bei Kalk 2,6—2,8, bei Humus 1,225—1,370 (nach Schübler) und bei Ackerboden verschiedener Art 2,362—2,502.

---

[1]) W. Knop, Die Bonitierung der Ackererde. 2. Aufl. Leipzig 1872. S. 79.

[2]) Die Zahlen bedeuten die von 100 g feingepulverter Substanz in Form von Ammoniak absorbierten Stickstoffmengen in ccm bei normaler Temperatur (0° C.) und Spannung (760 mm Barometerstand).

Das Volumengewicht ist geringer als das spezifische Gewicht, da ersteres sich auf Bodenproben bezieht, deren Zwischenräume lufterfüllt sind, während das spezifische Gewicht mit Ausschluß aller Zwischenräume berechnet wird; es beträgt bei Quarz 2,04, bei Thon 1,37—1,8 bei Kalk 1,0—2,09, bei Humus 0,63 und bei Ackerboden 1,5 bis 1,7.

2. Kohärenz. Besitzen die einzelnen Bodenteilchen wenig Zusammenhang, so heißt der Boden lose, locker, haften die Teilchen fest aneinander, so heißt er gebunden, streng, zäh, fest. Je größer der Sandgehalt um so loser, je größer der Thon- und Humusgehalt um so gebundener ist der Boden, der Kalk vermindert die Kohärenz.

Loser Boden bietet für die Pflanzen keinen genügenden Standort; dagegen begünstigt derselbe den Eintritt der Luft und des Wassers, wodurch die chemische Thätigkeit erhöht wird. Das Wasser kann leichter verdunsten oder in den Untergrund abfließen. Gebundener Boden erschwert das Eindringen der Pflanzenwurzel, ebenso auch der Luft, weshalb die Verwitterung langsamer vor sich geht. Das Wasser wird länger festgehalten; der gebundene Boden wird daher leicht zu feucht und wegen der Verdunstungskälte zu naß.

Auf die Bindigkeit hat, neben der Bearbeitung und Düngung, sowohl der Temperaturwechsel, besonders der Frost, als auch die Änderung des Wassergehaltes des Bodens Einfluß. Bei dem Austrocknen entstehen Risse und Sprünge, welche eine Volumenverminderung des Bodens von 2—30% herbeiführen. Diese Volumenverminderung ist bei Quarz nahe gleich Null und erreicht bei Thon und Humus ihr Maximum. Von Wichtigkeit für die Bodenbearbeitung ist der Umstand, daß jeder Boden, auch der bindigste, bei einem bestimmten Feuchtigkeitszustande eine viel geringere Kohärenz besitzt, als bei jedem anderen größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalte.

3. Adhäsion des Bodens. Die Adhäsion des Bodens, oder das Anhaften desselben an die Geräte, bedingt die Unterscheidung von schwerem widerspenstigem (schwer zu bearbeitendem) und leichtem Boden.

Die Adhäsion des feuchten Bodens für 1 qdcm beträgt nach Schübler für

	an Eisen		an Holz	
	kg	Thon = 100	kg	Thon = 100
Quarzsand	0,17	14,7	0,19	14,4
Kalksand	0,19	15,7	0,20	15,1
Kalkerde fein verteilt . . .	0,65	53,3	0,71	53,8
Humus	0,40	32,8	0,42	31,8
Thon	1,22	100,0	1,32	100,0
Ackererde	0,26	21,3	0,28	21,2

4. Wasserfassende Kraft. Die wasserfassende Kraft (wasserhaltende Kraft, Wasser-Kapazität, spezifischer Wassergehalt, Imbibition), oder die Fähigkeit der Erde in ihren Poren durch Adhäsion Wasser aufzunehmen ist verschieden, je nachdem hohe oder niedere Bodensäulen und daher auch Wassersäulen in Betracht gezogen werden. Die älteren Schübler'schen Bestimmungen beziehen sich auf niedere Bodensäulen, Mayer bezeichnet sie als größte oder volle Wasserkapazität. Dieselbe ist unabhängig von der mineralogischen Bodenbeschaffenheit und ist für das Pflanzenwachstum von untergeordneter Bedeutung. In hohen Bodensäulen ergiebt sich

eine absolute oder kleinste Wasserkapazität — von Sachs als hygroskopische Feuchtigkeit dem kapillaren Wasser gegenüber gestellt —, welche oberhalb der kontinuierlichen, kapillaren Wassersäulen festgestellt werden muß. Dieselbe hängt nur von der Natur des Bodens ab und giebt das Minimum von Wasser an, welches unter allen Umständen von einem Wasserüberschusse, z. B. einer gefallenen Regenmenge, zurückgehalten wird. Die absolute Wasserkapizität verschieden feiner und verschieden poröser Bodenteilchen ist außerordentlich verschieden, während für die volle Kapazität das erstere Moment gar keinen einheitlichen, das zweite keinen erheblichen Einfluß besitzt.

Nach Dr. A. Mayer (Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin 1874. III. S. 753) beträgt die Wasserkapazität in Volumenprozenten:

	Korngröße	Quarz	Thonstein	Kalkspat	Holz
voll	0,3—0,9 mm	49,0	46,8	39,2	76,4
absolut	0,3—0,9 mm	13,7	24,5	11,7	45,6
voll	staubfein—0,3 mm	49,9	43,5	39,3	—
absolut	„ „	44,6	40,9	—	—

Je größer der Gehalt des Bodens an Humus, Thon und feinverteiltem Kalk ist, um so mehr Wasser (s. Tabelle S. 45) kann derselbe aufnehmen, je größer der Gehalt an Sand und je grobkörniger dieser ist, um so weniger. Bei zunehmender Wärme giebt die bei niederer Temperatur gesättigte Erde Wasser ab, welches dann um so leichter von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann. Die Pflanzenwurzeln entziehen übrigens dem Boden selbst dann noch Wasser, wenn man nicht mehr im Stande ist durch Druck Wasser aus demselben herauszupressen.

Mit Bezug auf die wasserfassende Kraft bezeichnet man den Boden als dürr, wenn er nur 1 % Wasser enthält, ein solcher Boden ist staubtrocken und für die Pflanzenvegetation ungeeignet. Mit 10 % Wasser heißt er trocken, mit 20 % frisch. Ein frischer Boden läßt beim Pressen mit der Hand Spuren von Nässe zurück. Derselbe ist für die meisten Pflanzen am geeignetsten. Tropft der Boden beim Pressen (30 % Wassergehalt), so heißt er feucht. Steht das Wasser im Boden (40 %), so heißt er naß.

5. Kapillarität (Wasserleitungsfähigkeit). Durch die Kapillarität erfolgt die Ausgleichung des Wassergehaltes in verschiedenen Bodenschichten. Während das von der obersten Schichte aufgenommene Regenwasser in Folge der Schwere in die Tiefe sinkt, versorgt die Kapillarität die ausgetrocknete, oberste Bodenschichte mit Wasser aus der Tiefe. Den humosen und thonigen Erden ist das kapillare Aufsteigen des Wassers im höchsten Grade eigen, dieselben können sich daher am leichtesten mit Feuchtigkeit aus dem Grundwasser versorgen. Je feiner die Bodenteilchen sind um so größer ist die Wasserleitungsfähigkeit.

In 3,5 cm weiten Röhren, welche mit verschiedenen, möglichst gleich feinen Bodenarten gefüllt und in Wasser gestellt wurden, stieg nach Dr. v. Klenze (Landw. Jahrb., Berlin 1877. VI. S. 83) das Wasser von unten bei Quarzstaub bis auf eine Höhe von 96,0 cm in 5 Tagen, bei Marmorstaub auf 9,60 cm in 8 Tagen, bei Kalksand, Feinheit V, auf 5,76 cm in 27 Tagen, bei Quarz V auf 145,2 cm in 38 Tagen, bei Kaolin (Porzellanthon) auf 187 cm in 90 Tagen und bei Torf auf 47,9 cm in 93 Tagen. Bei Kalksand, Kaolin und Torf dauerte das Steigen des Wassers nach Beendigung des Versuches noch fort.

6. Kondensationsvermögen (Hygroskopizität). Das Kondensationsvermögen der Ackererden für Wasserdampf ist für die Pflanzenernährung ohne Belang, weil

dasselbe erst dann zur Geltung gelangt, wenn der Boden soweit abgetrocknet ist, daß die Pflanzen schon längst abwelken.

Nach R. Heinrich (Landw. Vers.-Stat. XVIII. 1875, S. 74) beträgt das Kondensationsvermögen (I) und die Feuchtigkeit (II) beim Welken der Pflanzen (Mais, Hafer) in Prozenten bei

	I	II		I	II
grobkörnigem Sandboden . .	1,15	1,5	sandigem Lehm.	5,74	7,8
feinkörnigem humosem Sandboden	3,98	6,2	fruchtbarem Kalkboden . .	5,20	9,8
			Torfboden	42,30	49,7

7. Wasseranhaltende Kraft. Im Zusammenhange mit der Imbibition und Kapillarität steht die wasseranhaltende Kraft des Bodens (Durchlässigkeit) oder das Vermögen desselben das aufgenommene Wasser durch Verdunstung oder Durchlassung in den Untergrund wieder abzugeben. Die Verdunstung aus dem Boden hängt von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft und vorzugsweise von dem Gefüge, der Lockerheit der Bodengerüstteile ab, wie aus nachstehender Tabelle, welche zugleich die Versuchsresultate von Schübler[1]) über einige andere physikalische Eigenschaften enthält, zu ersehen ist.

Bodengerüstteile.	Gewicht eines ccm Erde: getrocknet bei 60° C. (kg)	Gewicht eines ccm Erde: benetzt (kg)	Kohärenz, Thon = 100	1000 Raumteile verminderten ihr Volumen durch Austrocknen um (Teile)	Wasserfassende Kraft (Proz.)	Wasseranhaltende Kraft: Von 1000 Teil. aufgenommenem Wasser verdunsten bei 15° R. in 4 Stund.	Wasseranhaltende Kraft: 90 Teile bei 15° R. in: Stund.	Wasseranhaltende Kraft: 90 Teile bei 15° R. in: Minut.	Wasserdampf-Absorptionsfähigkeit: Gleiche Gewichtsteile absorbieren in 48 Stunden	Spezifische Wärme nach Dr. C. Lang[2]): Wasser = 1
Quarzsand . . .	2,044	2,494	0	0	25	88,4	4	4	0,0	0,196
Kalksand	2,085	2,605	0	0	29	75,9	4	44	1,5	0,214
Thon	1,376	2,126	100	183	70	31,9	11	17	24,0	0,233
Feiner kohlensaurer Kalk . .	1,006	1,758	5	50	85	28,0	12	51	17,5	0,271
Humussäuren .	0,632	1,428	8	200	190	20,5	17	33	55,0	0,477
Ackererde	1,449	1,744	33	95	52	32,0	11	15	11,0	—

Die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser kommt dem Quarz am stärksten, dem Thon am geringsten zu, sie nimmt mit der Feinheit der Bodenteilchen ab. Thonböden sind daher im Gegensatze zu den durchlässigen Sandböden undurchlassend.

8. Wärmekapazität[3]). Auf die Wärmekapazität eines Bodens hat dessen Humusgehalt und wasserfassende Kraft den größten Einfluß. Der Humus wirkt

[1]) Schübler, Grundsätze der Agrikulturchemie. Leipzig 1838.

[2]) Dr. E. Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. I. Bd. Heidelberg 1878. S. 132.

[3]) Unter Wärmekapazität oder spezifischer Wärme eines Körpers versteht man diejenige Wärmemenge, welche im Vergleiche zu Wasser (= 1) eine Gewichtseinheit (1 kg) des Körpers braucht, damit seine Temperatur um 1° C. erhöht werde.

nicht nur durch seine eigene hohe spezifische Wärme 0,47 (siehe vorhergehende Tabelle), sondern auch durch seine große wasserfassende Kraft erhöhend ein. Von allergrößtem Einflusse auf die Wärmekapazität eines Bodens ist jedoch der Feuchtigkeitsgehalt desselben, da die spezifische Wärme des Wassers = 1 ist. Eine Erde mit geringer Wärmekapazität (heißer, hitziger, thätiger Boden, wie Kalk-, Sandboden; geringer Wassergehalt) erkältet und erwärmt sich, je größer zugleich seine Leitungs- und Absorptionsfähigkeit für Wärme ist, früher als eine Erde mit höherer Wärmekapazität (kalter, unthätiger Boden, wie Thon-, Humusboden, hoher Wassergehalt). Ersterer ist daher für zarte Pflanzen unfruchtbar. Eine gewisse Höhe der Wärmekapazität, welche zwischen den beiden Extremen Quarz und Humus liegt (milder, warmer Boden), ist eine notwendige Bedingung für einen fruchtbaren Boden.

9. Wärmeleitungsfähigkeit des Bodens. Nach den Untersuchungen von F. Wagner (Forschungen a. d. Gebiete der Agrikulturphysik. VI. Bd. Heidelberg 1883, S. 1 u. ff.) leitet der Quarz die Wärme am besten, dann folgt in absteigender Reihe das Eisenoxydhydrat, der Kalk, der Thon und am schlechtesten pflanzt der Humus die Wärme fort. Die Wärmeleitungsfähigkeit des Bodens ist um so höher, je dichter die Bodenteilchen aneinander gelagert sind, je größer die einzelnen Bodenteilchen sind und je größer gleichzeitig der Wassergehalt ist. Nasse Böden leiten die Wärme überhaupt besser als trockene, weil das Wasser ein besserer Wärmeleiter ist als die schlechtleitende Luft. Die Bewegung der Wärme von oben nach unten oder umgekehrt geht im Humus am langsamsten, im Quarzsand am schnellsten vor sich; der Thon hält sich in dieser Beziehung in der Mitte zwischen Humus und Quarz. Der Effekt der besseren Wärmeleitungsfähigkeit des feuchten Bodens wird nach F. Haberlandt[1]) durch den Wärmeverlust bei der Wasserverdunstung an der Bodenoberfläche verdeckt und zwar wird die an sich geringe, nur 1,5° C, betragende Temperaturdifferenz zwischen trockenem und feuchtem Boden zu Gunsten des ersteren um so größer sein, je mehr die Temperatur steigt.

10. Wärmeabsorption und Emission. Die Wärmezunahme der Bodenarten durch die Sonnenstrahlen ist, sowie die Wärmeausstrahlung und die täglichen Temperaturschwankungen bei dunkleren Böden größer als bei heller gefärbten.

Nach P. Ömler (Deutsche Monatsschrift f. Landw. 1874, S. 67, 101 und 131) beträgt die Wärmeabsorption bei

	Absolute Durchschnittszahlen	Prozentzahlen		Absolute Durchschnittszahlen	Prozentzahlen
Moorerde	24,40°	100,00	hellgrauem Thon .	20,00°	81,97
braunschwarzem Humus	23,25°	95,29	feinem Sand . . .	20,75°	85,04
braunrotem Sand . .	22,65°	92,78	grobkörnigem Sand	20,50°	84,02
gelbrötlichem Lehm . .	21,00°	86,07	Wiesenkalk	19,77°	77,90

[1]) F. Haberlandt, Wiss. prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. 2. Bd. Wien 1877.

4. Die Bodenarten.

Je nach dem Anteile, welchen die Bestandteile des Bodens an der Bildung des Kultur- oder Ackerbodens nehmen, entstehen verschiedene Bodenarten mit besonderen Eigenschaften. Nachdem die physikalischen Boden-Eigenschaften, unter der Voraussetzung eines bestimmten Nährstoffvorrates in hervorragendster Weise die Ertragsfähigkeit eines Bodens bestimmen, so ist es gerechtfertigt, die Bodenarten nicht nach dem Gehalte an Bodennährstoffen, sondern nach dem Überwiegen von 1. Gestein, 2. Sand, 3. Thon, 4. Lehm, 5. Mergel, 6. Kalk, 7. Gips ꝛc. und 8. Humus zu unterscheiden.

1. Der Geröll- oder Kiesboden.

Enthält ein Boden größere Menge von unverwitterten Gesteinstrümmern und nur ⅓ der Masse und weniger Feinerde, so erlangen die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gesteinstrümmer über jene der anderen Bodenbestandteile das Uebergewicht. Nach der Beschaffenheit und Menge der Gesteinstrümmer bezeichnet man solchen Boden als Grus-, Grand-, Geröll-, Kiesboden, als Schuttland. Je mehr Gesteine und um so weniger Erdkrume diese Böden enthalten, um so schwieriger ist ihre Bearbeitung und um so näher stehen sie an der Grenze der Kulturfähigkeit. Bestehen die Trümmer aus Gesteinen, welche durch Verwitterung wertvolle Bodennährstoffe liefern, so eignet sich diese Bodenart, wenn auch nicht für landwirtschaftliche Benutzung, so doch für Wald- und Weinkultur. Wird dagegen der Geröllboden von grobkörnigen, eisenoxydulhaltigen Sandsteinen oder von Quarztrümmern gebildet, so ist er unfruchtbar.

Treten die Gesteinstrümmer gegenüber den anderen Bodenbestandteilen zurück, so erhält der Boden nur das Beiwort „steinig". Für gebundene Bodenarten ist zur Lockerung ein mäßiger Gehalt von Steinen nur vorteilhaft, ebenso werden humose, leichte Kalkböden, Flugsand, stark abhängige Felder durch Steine vor dem schnellen Austrocknen, dem Verwehen und Abschwemmen geschützt.

2. Der Sandboden.

Treten die Gesteinstrümmer in einer Menge von mindestens 80% der Gesamtbodenmasse als Sand auf, so wird der Boden als Sandboden bezeichnet.

Die größte Menge Sand liefert die Verwitterung und das Zerfallen der Konglomerate und Sandsteine. Je älteren Formationen (Grauwacke, Zechstein, Buntensandstein) dieselben angehören, um so mehr alkalienreiche Mineraltrümmer liefern sie, je jünger die Formationen (Keuper, Lias, Jura und Kreide), um so mehr Quarztrümmer. Besteht der Sandboden nur aus Quarzsand oder aus Kalksand, so ist er unfruchtbar, da weder Nährstoffe, noch entsprechende physikalische Eigenschaften, besonders Wasserhaltung und Bindigkeit vorhanden sind. Besteht er dagegen aus veränderlichen Gesteinstrümmern, aus Basalt, Augit, Hornblende, Oligoklas, Melaphyr, Dioritkörnchen, so wird er um so fruchtbarer, je reichere Mengen an Pflanzennährstoffen durch die Verwitterung gebildet werden können und je mehr Humussubstanzen ihm beigemengt sind.

Der Sandboden, dessen Eigenschaften durch den größeren oder geringeren Sandgehalt (S. 34) bestimmt werden, ist leicht an der mangelnden Bindung zu erkennen, welche selbst im feuchten Zustande ein Ballen nicht zuläßt. Etwas

Bindigkeit zeigt er nur dann, wenn ihm einige Prozente Kalk- oder Glimmerblättchen beigemengt sind. Er fühlt sich mager, bei grobkörniger Beschaffenheit rauh an. Bei der Bearbeitung bildet er keine oder nur wenige Schollen. Die Pflugfurchen sinken zusammen, erscheinen daher nicht scharfkantig. Das Regenwasser läßt der Sandboden rasch in den Untergrund abfließen, je grobkörniger und quarzreicher er ist, er heißt daher durchlässig, trocken, dürr. Für in Wasser gelöste Stoffe zeigt er nur eine geringe Absorptionsfähigkeit. Der Sandboden ist im allgemeinen zum Austrocknen sehr geneigt. Sein Volumen wird dabei nur wenig verändert, es bilden sich keine Sprünge. Die Pflanzen werden aus Wassermangel oft frühreif oder selbst notreif (Ausbrennen der Pflanzen; Brandstellen). Wegen des raschen Abtrocknens können die Bestellungsarbeiten nach Regengüssen und im Frühjahre zeitig begonnen und weit in den Herbst hinein fortgesetzt werden.

Infolge der großen Wärmeausstrahlung kühlt sich der Sand rasch ab und erwärmt sich rasch; die Pflanzen leiden daher stark vom Frost. Anderseits bewirkt die schnelle Abkühlung während der Nacht eine sehr reichliche Taubildung, welche durch den Gehalt des Tauwassers an Kohlensäure und Sauerstoff zum Aufschließen der veränderlichen Gesteine beiträgt. Wegen der leichteren Erwärmung wird, besonders bei mittägiger Lage, die Ernte früher eintreten.

Entsprechend seinen Eigenschaften wird der Sandboden (thätiger Boden) mit kleinen Quantitäten Stallmist, aber oft zu düngen sein. Den Dünger wird man, sowie die Samen bei der Saat, zur Sicherung der nötigen Feuchtigkeit tiefer unterbringen. Die Lockerung des Bodens durch den Pflug wird nicht oft auszuführen sein; im Gegenteil wird häufig eine Bindung durch Abwalzen oder Beweiden angezeigt sein. Der Sandboden wird schon im Herbst soweit vorzubereiten sein, daß im Frühjahre gleich angebaut werden kann, damit die Winterfeuchtigkeit nach Möglichkeit ausgenutzt werde.

In feuchter Lage und feuchtem Klima besitzt der Sandboden die größte Fruchtbarkeit, unter entgegengesetzten Verhältnissen kann er aufhören, kulturfähig zu sein. Im allgemeinen wird der Futterbau unsichere und schwankende Erträge geben. Vorzüglich gedeihen Lupinen, auch Sandluzerne (Medicago media Pers.), Wundklee (Anthyllis Vulneraria L.), Serradella (Ornithopus sativus). Am sichersten gedeiht Wintergetreide, besonders Roggen. Sommergetreide leidet bald durch Trockene.

Der Sandboden wird nach der Beschaffenheit der Sandkörner (S. 33) und nach dem Gehalte an anderen Bodengerüstteilen unterschieden in:

a. Flugsand. Derselbe enthält keine oder nur sehr wenig abschlämmbare Teile, wird daher leicht vom Winde verweht. Er ist unfruchtbar oder trägt nur spärliches Weide- und Waldland; Kiefer. Wildwachsend kommen vor: Calluna vulgaris Sal., Elymus arenarius L., Carex arenaria L., Herniaria glabra L., Dianthus arenarius L., Eryngium campestre L., Draba verna L. :c.

b. Losen Sandboden mit einigen bis zu 10% Thon. Winterroggen, Ackerspörgel, Lupine, Buchweizen, mäßiger Ertrag von Kartoffeln; Zitterpappel; Festuca ovina L., Bromus tectorum L., Digitalis sanguinalis, Astragalus arenarius L., Euphorbia Cyparissias L., Thlaspi arvense L., Raphanus Raphanistrum L. :c.

c. Lehmigen Sandboden mit 20% Thon. Roggen, Gerste, Hafer,

Wicken, unsicher Rotklee, Weißklee, bei Tiefgründigkeit und bindigem Untergrund: Esparsette, Luzerne, Buchweizen, Spörgel, Mohar, Kartoffel.

Bei 2—10 % Kalkgehalt wird der Sandboden mergelig, bei größerem Gehalt an Eisenoxyd eisenschüssig und je nach dem Humusgehalt (S. 53) humusarm, humos, humusreich genannt.

3. Der Thonboden.

Thonböden enthalten mindestens 60 % Thonsubstanz und überdies wechselnde Mengen Sand, 2—7 % Kieselmehl (amorphe Kieselsäure), 4—5 % Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd und verschiedene Mengen von Steintrümmern. Der Thon entsteht aus jenen Silikaten, unter deren Basen Thonerde und Eisenoxyd vorherrschen. Alle Feldspate, oligoklas- und glimmerreichen Felsarten, wie Granit, Syenit, Gneiß, Felsitporphyr, dann Thonschiefer geben unter Ausscheidung von Alkalien bei der Verwitterung Thon. Der Thonboden ist an der bindigen, im feuchten Zustande zähen, klebenden Beschaffenheit zu erkennen. Wegen der Konsistenz erfordert seine Bearbeitung starke Zugkräfte und fest gebaute Geräte. Die aufgeworfenen Pflugfurchen bleiben scharfkantig liegen. In feuchtem Zustande gepflügt, zeigen sich die Pflugstreifen glänzend (schleißen sich), und es bilden sich harte Schollen. Wegen dieser Eigenschaften heißt er schwer, widerspenstig, zäh. Er fühlt sich fein und fettig an. Angehaucht giebt er den charakteristischen Thongeruch. Bei dem Benetzen mit der Zunge klebt er an. Beim Abtrocknen von feuchtem Thonboden entstehen durch Zusammenziehung große Risse. Vermöge seiner großen wasserfassenden Kraft erwärmt er sich nur langsam und ist daher, zumal in nasser Lage und nassem Klima stets naß, kalt und schlufig. Seine Beschaffenheit wird durch trockene Lage und durchlassenden Untergrund verbessert. Das Regenwasser bleibt leicht stehen und bildet Pfützen, da es nur langsam aufgesaugt wird, besonders wenn der Boden während trockener Zeit dicht geworden ist. Im Frühjahre und nach Regen trocknet er nicht so rasch ab, als wie der Sandboden. Im Herbst wird er früher naß.

Die Zahl der Arbeitstage auf Thonboden ist eine geringe; dazu bedarf er einer fleißigeren Bearbeitung, um jenen Grad von Lockerheit zu erhalten, welcher für die Saat notwendig ist. Bei seiner Bearbeitung muß der richtige Feuchtigkeitszustand genau wahrgenommen werden. Die Bewirtschaftung eines Thonbodens erfordert daher nicht nur mehr Aufmerksamkeit, sondern kommt auch viel teuerer als jene des Sandbodens zu stehen. Je tiefer der Thonboden bearbeitet wird, um so mehr wird durch den Luftzutritt die Verwitterung befördert. Ueber Winter läßt man den Thonboden in rauher Furche liegen, damit durch den Frost eine ausgiebige Lockerung erzielt werden kann. Da der Dünger im Thonboden (unthätiger Boden) nur langsam verwest, aber um so nachhaltiger wirkt, so düngt man selten aber mit um so größeren Mengen auf einmal. Am zweckmäßigsten wird langer, d. h. strohiger Mist verwendet, welcher mehr Feuchtigkeit zur Verwesung braucht und zugleich eine Bodenlockerung herbeiführt. Die Unterbringung des Mistes und des Saatgutes darf nicht zu tief erfolgen, damit die Luft ausreichend zutreten kann. Die ungünstigen physikalischen Eigenschaften des Thonbodens werden durch Entwässerung und Düngung mit Kalk oder Mergel wesentlich verbessert.

Der Thonboden wird je nach dem Thongehalt unterschieden in:

a. Strengen Thonboden mit 80—90 % Thongehalt. Der strenge, zähe Thonboden steht ebenso wie der Flugsand an der Grenze der Kulturfähigkeit. In nassen Lagen versumpft er und trägt dann nur Sumpfflora. Die größte Sicherheit, wenn auch nur geringen Ertrag bieten noch der Hafer und die Weide. Tussilago Farfara L., Bellis perennis L., Carduus nutans L., Sonchus arvensis L., Cirsium arvense Scp., Tanacetum vulgare L., Ajuga pyramidalis ꝛc.

b. Gewöhnlichen Thonboden mit 80 % Thon. Derselbe bietet einen sehr guten Standort für: Weizen, Pferdebohnen, Rotklee, Weißbuche, Rotbuche, Eiche.

c. Milden oder lehmigen Thonboden mit 65 % Thon. Auf demselben gedeihen die meisten Kulturpflanzen, besonders Raps, Zuckerrüben, Luzerne, Rotklee. Der Futterbau ist sehr sicher. Lolium perenne L., Alopecurus pratensis L., Phleum pratense L., Arrhenatherum elatior, Festuca elatior L., Delphinium Consolida L. ꝛc.

4. Der Lehmboden.

Der Lehmboden besteht aus einem Gemenge von Lehm, 30—50 % feinen, durch Schlämmen abscheidbaren Sand und einigen Prozenten kohlensauren Kalk. Derselbe ist ein Verwitterungsprodukt von glimmer-, hornblende- und augitreichen kristallinischen Felsarten oder auch von Konglomeraten und Sandsteinen jüngerer Bildung.

Die Eigenschaften des Lehmbodens stehen zwischen jenen des Sand- und Thonbodens. Er ist niemals so stark gebunden wie Letzterer, aber auch nicht so lose wie Ersterer. Der Lehmboden fühlt sich nicht so fein wie der Thonboden, sondern eher mager an, je gröber die beigemengten Sandkörner sind. Mit dem Fingernagel gerieben, giebt er keinen glänzenden Strich wie der Thon, sondern bleibt matt. Durch Eisenoxyd (7—10 %) erhält er meistens eine ockerige, gelb- oder lederbraune Färbung. Luft und Feuchtigkeit können in entsprechender Menge zutreten, so daß der Dünger nicht so rasch wie im Sandboden, aber auch nicht so langsam wie im Thonboden verwest. Ammoniak kondensiert er nahezu so stark wie Thon. Der Humusgehalt steigt im Lehmboden oft auf 6—10 und mehr Prozente. Durch die Nässe wird der Lehmboden, trotzdem er viel (40—50 %) Wasser aufzusaugen und festzuhalten vermag, nicht schmierig und zäh, sondern er behält seine, auch beim Austrocknen bewahrte, krümelige Beschaffenheit. Seine Wärmekapazität hält die Mitte zwischen jener von Thon und Quarz.

Als Unterabteilungen des Lehmbodens sind anzuführen:

a. Strenger oder thoniger Lehmboden mit 55 % abschlämmbaren Teilen. Ertragsreicher Boden, welcher jedoch in feuchten Lagen leicht versumpft und schwer zu bearbeiten ist.

b. Milder oder gewöhnlicher Lehmboden mit ungefähr 40 % abschlämmbaren Teilen, einigen Prozenten Kalk und 6—10 % Humus. Bei Tiefgründigkeit gewährt diese Bodenart nahezu unter allen klimatischen Verhältnissen sehr sichere Pflanzenerträge. Derselbe ist für alle Pflanzen geeignet. Der Kultur-, Dünger- und Samenaufwand fällt wegen der günstigen physikalischen Beschaffenheit mäßig aus. Er wird daher auch Mittel- oder Normalboden genannt.

c. Sandiger Lehmboden mit 30 % Thon. Sinkt der Gehalt von ab-

schlämmbaren Teilen unter 25 %, so nähert sich dieser Boden dem lehmigen Sand. In trockenen Lagen leidet auf diesem Boden der Futterbau, weniger der Getreidebau. Die Hackfrüchte gedeihen bei wenig kostspieliger Bearbeitung vorzüglich.

Zeigt der Lehmboden bei größerer Bindigkeit einen blätterigen Bruch von beigemengten feinen Glimmerblättchen oder blätterig verteilten Humussubstanzen, so erhält er den Namen Lettenboden.

5. Der Mergelboden.

Der Mergelboden bildet ein Gemenge von wenigstens 15 % Kalk und höchstens 75 % Thon mit den verschiedensten anderen Bodengerüstteilen. Derselbe tritt in den mannigfaltigsten Formationen auf, besonders in der Zechstein-, Buntsandstein-, Muschelkalk-, Keuper-, Lias- und Kreideformation.

Der Mergelboden ist wegen des innig beigemengten nicht abschlämmbaren, sondern nur mit Salzsäure ausziehbaren Kalkes zur Verkrustung sehr geeignet. Aufgeworfene Schollen zerfallen beim Austrocknen. Sein Verhalten gegen Wasser, Luft und Wärme wird durch die Eigenschaften des vorherrschenden Gerüstteiles bestimmt. Nach letzterem unterscheidet man:

a. Thonmergelboden, ein Gemenge [1]) von 15—20 % Kalk, 50—75 % Thon und höchstens 25 % abschlämmbaren Sand; außerdem 2—6 % Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, bis 10 % kohlensaure Magnesia und eine geringe Menge Gips enthaltend. In seinen Eigenschaften schließt er sich dem Thon an, mit dem Unterschiede, daß er beim Austrocknen ein äußerst loses Erdreich bildet. Am günstigsten sind für diese Bodenart feuchte, warme Lagen. Weizen, Gerste, Bohnen; Prunus spinosa L., Pyrus communis L., Anthyllis vulneraria L., Medicago falcata L., Adonis aestivalis L., Sinapis arvensis L., Falcaria Rivini L. 2c.

b. Lehmmergelboden aus 15—25 % Kalk, 20—50 % Thon und 25—50 % Sand bestehend. Derselbe zählt in mäßig feuchten Lagen zu den reichsten Bodenarten. Er bedarf häufiger und starker Düngung, wenn er seine Fruchtbarkeit bewahren und nicht austrocknen soll. Ölgewächse, Kartoffeln, Flachs, Gerste.

c. Kalkmergelboden: 50—75 % Kalk, 20—50 % Thon und höchstens 5 % Sand. Derselbe leidet durch trockene Lagen am meisten, da er im trockenen Zustande sehr lose wird und nach einer Durchfeuchtung und darauf folgender plötzlicher Austrocknung mörtelartig verkittet. Eine derartige Beschaffenheit steht an der Grenze der Kulturfähigkeit.

d. Sandmergelboden: mindestens 15 % Kalk, 40—50 % abschlämmbaren Sand. Nach seinen Eigenschaften steht dieser Boden zwischen dem sandigen Lehm und lehmigen Sand. In trockenen Lagen sinkt die Ertragsfähigkeit mit zunehmendem Kalkgehalt.

Einen durch Fruchtbarkeit ausgezeichneten Sandmergelboden bildet der Lößboden, welcher sich von dem Lehmboden durch großen Gehalt an kohlensaurem Kalk und durch Fehlen der Plastizität unterscheidet. Derselbe bildet eine intensiv braungelb gefärbte, lockere Masse, in welcher zahlreiche weiße Schneckenschalen und Knollen härterer Substanz, die sog. Lößmännchen, vorkommen. Charakteristisch

---

[1]) F. Senft, Lehrb. der Gesteins- und Bodenkunde. 2. Aufl. Berlin 1877, S. 315.

für denselben ist nach Sandberger[1]), daß sich der kohlensaure Kalk auflöst und in der Tiefe wieder als schneeweiße, pulverige Rinde absetzt, welche die Klüfte und Spalten auskleidet oder die Pflanzenwurzeln als Kalkhülsen von mehreren Millimeter Dicke umgiebt. Durch diese Auslaugung wird der Lößboden in sandigen Lehm umgewandelt. An Stelle der Artemisia-, Polycnemum-Arten und anderen Lößpflanzen, treten dann Huflattig, Binsen u. dgl. Auf Lößboden gedeihen besonders die Getreidearten, Hanf, Zichorie, Klee und kalkliebende Futterkräuter.

6. Der Kalkboden.

Der Kalkboden enthält als wesentlichen Bestandteil kohlensauren Kalk und zwar in einer solchen Menge (bis 75 und mehr %), daß dadurch die Eigenschaften des Bodens in hervorragender Weise bestimmt werden. Von dem Kalkmergelboden unterscheidet er sich dadurch, daß sich der Kalk von dem Thon (höchstens 40 %) durch Schlämmen absondern läßt. Der Kalkboden ist meist trocken und im allgemeinen ein humusverzehrender Boden. Der Dünger zersetzt sich rasch, weshalb spärliche, aber häufige Düngung angezeigt ist. Seine Ertragsfähigkeit hängt von dem Gehalte an Thon und Alkalien ab, je mehr dieser zurücktritt, um so ärmer, trockener, hitziger wird der Kalkboden. Erscheint der Kalk in Form verschieden großer Gesteinsbröckeln, so heißt er steiniger Kalkboden, auch Kreideboden, welcher in warmen Lagen an der Grenze der Unfruchtbarkeit steht. In feuchter Lage und bei mäßigem Thongehalt eignet sich der Kalkboden vorzüglich für den Hülsenfruchtbau; als lehmiger Kalkboden für Roggen, Gerste, Luzerne, Esparsette. Er trägt eine ähnliche Flora wie der Mergelboden, dann Globularia nudicaulis L., Saxifraga caesia L., Lathyrus sylvestris L., Stachys germanica L., Hieracium, Centaurea, Adonis vernalis, Coronilla coronata &c.

Sinkt der Kalkgehalt derart, daß der Charakter des Bodens nicht mehr davon abhängt, so erhält der Boden nur eine entsprechende Nebenbezeichnung und zwar bezeichnet man Thonböden mit 0—1 % Kalk als kalkarm, bis zu 2,5 % als kalkig, bis zu 5 % als kalkreich und bis zu 10 % als mergelig. Sandböden werden schon bei 2,5 % als kalkreich und darüber hinaus als kalküberreich bezeichnet.

7. Der Salz-, der Gipsboden &c.

1. Salzboden. Bodenarten, welche einige Prozente leicht löslicher Salze enthalten, bezeichnet man als Salzböden. Dieselben sind gewöhnlich für Kulturpflanzen unfruchtbar. Als Abarten unterscheidet man: den Salzthon mit einigen Prozenten Kochsalz (ein Kochsalzgehalt von 0,1 % im Boden wirkt schon schädlich auf die Vegetation), den alaunhaltigen und eisenvitriolhaltigen Thonboden, welcher mit feinverteiltem Eisenkies durchsetzt ist, und den Salniter- oder Sodaboden. Letzterer enthält kohlensaures Natron und ist durch Salzausblühungen beim Verdunsten des Wassers charakterisiert. Als Salzflora erscheinen: Salsola Kali L., Aster tripolium L., einige Arenarien, Salicornia herbacea L., Plantago-Arten u. dgl.

2. Magnesiahaltiger Mergelboden (Dolomitboden). Derselbe enthält

---

[1]) F. Sandberger, Einiges über den Löß. Journal für Landw. II. Folge, 4. Bd. 1869. S. 213.

5—20 % kohlensaure Magnesia und zeichnet sich durch wechselnde Fruchtbarkeit aus. In feuchten Jahren wird er um so unfruchtbarer, in trockenen Jahren dagegen um so fruchtbarer, je mehr Thon er enthält. Noch seltener als Dolomitboden kommt Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) führender Boden vor, welcher folgende Flora trägt: Atriplex mikrosperma W. K., Bupleurum tenuissimum L., Glaux maritima L., Glyceria aquatica Presl., Mentha, Plantago Wulfenii Willd., Spergularia salina Presl., Scorzonera parviflora Jcq.

3. Gipsmergel und Gipsthon. Gips- und Anhydridböden sind dadurch gekennzeichnet, daß das dieselben durchdringende Wasser farblos und humusfrei ist. Sie sind gewöhnlich dürr und unfruchtbar. Flora: Gypsophila muralis und fastigiata L.

5. Eisenschüssiger Boden, Thon- oder Sandboden, welcher von 5—20 % Eisenoxyd rotbraun oder ockergelb gefärbt ist. Im feuchten Zustande ist derselbe gewöhnlich schmierig, in sonnigen Lagen trocknet er rasch ab. Im rotliegenden und Bundsandstein bildet er oft sehr fruchtbare, hopfentragende Böden. In eisenschüssigem Boden entstehen gern bei Gegenwart vertorfter Pflanzenreste (durch Umwandlung des Eisenoxydes in Eisenoxydul, kohlensaures Eisenoxydul, und bei Luftzutritt in Eisenoxydhydrat) die berüchtigten Eisensteinbildungen, welche unter den Namen: Ortstein, Ortsand, Klumperz, Eisensandstein, Limonit ꝛc. bekannt sind. Zuerst bildet sich um die Erde oder die Sandkörner ein ockergelber, schleimiger Ueberzug, welcher allmählich fest wird und die Erde oder den Sand zu festen, schwer verwitterbaren Massen verkittet. Diese Bildungen machen den Boden kulturunfähig.

8. Der Humusboden.

Je nach Beschaffenheit und Kulturzustand enthält der Boden verschiedene Mengen von Humuskörpern. Sind nur wenige Prozente (0—3) vorhanden, so bezeichnet man den Boden als humusarm. Steigt der Gehalt an Humus durch Wurzelrückstände der Pflanzen, Dünger ꝛc. auf 3—5 %, so wird derselbe, als gewöhnlich, nicht weiter angeführt oder der Boden kurzweg als humushaltig bezeichnet. Enthält der Boden 5—10 % Humus, so heißt er humos, 10—15 % humusreich, 15 % und mehr humusüberreich. Durch größeren Humusgehalt wird ein schwerer Thonboden gelockert und umgekehrt ein leichter Sandboden bindig gemacht. Ein Gehalt von 5 % kann schon an der schwarzen Färbung des Bodens und an der mit dieser Färbung verbundenen, leichten Erwärmungsfähigkeit erkannt werden. Im allgemeinen steigt mit der Zunahme des Humus, wegen dessen günstigen Einflusses auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens, die Fruchtbarkeit der Ackererden, wenn es auch möglich ist, daß humusarme Böden wie z. B. der Nilschlamm (mit 0,23 % Humus[1]) sehr fruchtbar sind.

a. Humushaltige Bodenarten. Dieselben entstehen entweder an Ort und Stelle durch Verwesung von Pflanzenabfällen, oder durch Ablagerung aus den mit Wald bedeckten Höhengegenden, oder durch Anschwemmung an den Flußufern und Meeresküsten. Als Fluß- oder Meeresanschwemmungen heißen sie Alluvial-, Au-, Niederungs- oder Marschböden. Sie bilden gewöhnlich

---

[1]) W. Knop, Landw. Vers.-Stat. XVII. 1874, S. 65.

sehr tiefgründige, 8—20 % Humuskörper enthaltende, durch ihre hohe Fruchtbarkeit ausgezeichnete Bodenarten. Da die Humuskörper durch die Kultur, Vegetation und Luft fortwährenden Veränderungen unterliegen, so sind die Marsch-, sowie alle anderen humushaltigen Böden die in ihrem Werte veränderlichsten Bodenarten. Je mehr sie kohlensauren Kalk enthalten, wie z. B. die humosen Kalkthon- und Mergelböden, welche an der Nordsee unter der Bezeichnung Kleiboden vorkommen, um so rascher wird der Humusgehalt aufgezehrt. Weniger veränderlich sind die Humuskörper in lehm- und thonreichen Böden, wie z. B. in den Schlickablagerungen der Meer- und Flußmarschen. Ist ein solcher Boden reich an Eisenoxydhydrat (in den Marschen Schleswig-Holsteins Knick genannt), so bildet sich bei Luftabschluß unter Einfluß der Humuskörper leicht Eisenoxydul, welches sobald der Boden durch Umackern der Luft ausgesetzt wird, zur Entstehung des verrufenen Ortsteines Veranlassung geben kann. Die Marschländereien zeichnen sich durch üppige Grasvegetation aus, sie gewähren daher die vorzüglichsten Hutweiden; außerdem geben auf denselben Raps, Weizen, Roggen, Pferdebohnen, Hafer die höchsten Erträge. Zu den humusreichsten Bodenarten zählen die ungarischen, russischen (Tschernosem mit 6—20 % Humus) und amerikanischen Schwarzerden. Auf diesen „Jungfernböden" meist Thon- oder Lehmmergeln, gedeihen vortrefflich Mais, Roggen, Hafer, Hanf, Mohn, Hackfrüchte &c.

b. Humusboden. Der Humusboden besteht vorzugsweise aus Pflanzenresten, welche in den verschiedensten Stadien der Humifizierung begriffen sind. Im allgemeinen bildet dieser Boden ausgetrocknet eine lockere, pulverige, mulmige Masse, welche leicht vom Winde vertragen werden kann. Wasser wird vom Humusboden in großen Mengen unter Aufquellen aufgenommen, bis er schließlich in einen breiigen Schlamm zerfließt. Der Frost verursacht um so mehr Schaden, je feuchter der Boden ist, so zwar, daß der Anbau des Wintergetreides wegen des regelmäßigen Auffrierens der Pflanzen aufgegeben werden muß. Je weniger erdige Bestandteile der Humusboden enthält, um so geringer wird seine Fruchtbarkeit. Die eigentlichen Humusböden werden näher unterschieden als: Torfboden, Moorboden, Heidehumusboden. Der Torfboden besteht aus einem filzigen, erdigen Gemenge abgestorbener Torfgewächse, besonders der Torfmoose Sphagnum, Hypnum, Polytrichnum und der Gräser Carex caespitosa L., Scirpus lacustris L. &c. Er enthält manchmal mehr als 3% Stickstoff, in Form schwer zersetzbarer Proteïnstoffe. Die Torfböden bilden sich stets auf einem durch Lage oder Beschaffenheit undurchlassenden Untergrunde. Die beständige Nässe hindert die vollständige Zersetzung der Pflanzenreste, es entsteht daher wachsharzhaltiger, kohliger Humus. Sie sind nur als schlechte, sog. saure Wiesen brauchbar. Torfflora: Eriophorum-Arten, Phragmites communis Trin., Andromeda polifolia L., Betula pubescens Ehr., Comarum palustre L., Empetrum nigrum L., Erica Tetralix L., Ledum palustre L., Menyanthes trifoliata L., Vaccinium oxycoccos und uliginosum L. etc.

Ist der Boden nicht an Ort und Stelle, sondern durch Anschwemmung entstanden und enthält er etwas mehr Aschenbestandteile als der Torfboden, so heißt er Moorboden. Derselbe läßt nicht mehr, wie der Torfboden, die Struktur der organischen Reste erkennen. Steigt der Gehalt der Mineralbestandtheile auf 50 %, so heißt der Boden mooriger Boden, Bruchboden. Als solcher bildet er schon

den Uebergang zu den überhumusreichen Bodenarten. Verbessert wird der Moor-, wie der Torfboden durch Entfernung des stehenden Wassers und durch Aufbringung von mineralischen Stoffen, gebranntem Kalk, Mergel, Erde, Sand. Sie werden dadurch zunächst als Wiesenland, späterhin auch als Ackerland verwendbar.

Durch Humifizierung von abgestorbenen Heidepflanzen, wie Erica-, Calluna-, Myrica-, Vaccinium-Arten, bildet sich der Heidehumusboden. Der in demselben vorkommende Humus heißt wegen seines Gerbsäuregehaltes adstringierender oder wegen seiner wachsartigen Beschaffenheit auch harziger Humus. In Betreff der Kulturfähigkeit und Verbesserung desselben gilt das bei Torf- und Moorboden Gesagte.

III.
Die natürliche Lage.

Außer dem Boden, als Standort und Träger der Bodennährstoffe, und den Bodennährstoffen selbst bedürfen die Pflanzen zu ihrer Entwickelung auch noch der Atmosphäre, welche mit der natürlichen Lage eines Grundstücks geboten wird.

Wird von dem wirtschaftlichen Vorteile abgesehen, so kann es zwar auf jedem Boden gelingen Pflanzen zur Entwickelung zu bringen, wenn für die nötige Zufuhr von Pflanzennährstoffen durch die Düngung gesorgt wird, wie die Vegetationsversuche in ausgeglühtem Quarzsand oder auch ohne Boden in wässerigen Nährstofflösungen (S. 18) beweisen. Für gewöhnlich muß jedoch neben dem Boden auch dessen natürliche Lage in Betracht gezogen werden und zwar wird eine ungünstige natürliche Lage viel schwieriger zu verbessern sein, als ungünstige Bodenzustände. Verschiedenheiten in der geographischen, physischen und klimatischen Lage bestimmen daher vielmehr als Bodenverschiedenheiten den Charakter der Landwirtschaft. Innerhalb 1. der allgemeinen Lage wird wieder 2. der besonderen oder örtlichen Lage eines Grundstückes mit Bezug auf Umgebung und Richtung gegen die Himmelsgegend ein sehr zu beachtender Einfluß auf die Ertragsfähigkeit zukommen.

1. Die allgemeine Lage in klimatischer Beziehung.

Zur Ermittelung der Ertragsfähigkeit eines Grundstückes reicht die Kenntnis des Bodens allein nicht aus, sondern es muß auch auf die Beziehungen des Bodens zur Regenmenge, zur Verteilung von Wärme und Wind oder zu den klimatischen Verhältnissen Rücksicht genommen werden.

Die klimatischen Verhältnisse werden bestimmt durch die geographische Lage nach dem Breite- und Längengrad, durch die physische Lage innerhalb des Binnen- oder Küstenlandes, durch die orographische und hydrographische Gestaltung des Landes und durch die Erhebung über die Meeresfläche. Die geographische Lage entscheidet vorzugsweise über das Ausmaß der Wärme, die Meereserhebung über die Verteilung von Regen und Schnee und die orographische Gestaltung über die Richtung der Luftströmungen (Winde).

Für die Beurteilung des Klimas in Beziehung zu seinem Einflusse auf die Vegetation ist es nicht genügend, die jährlichen Normalmittel der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und des Niederschlages zu kennen, sondern es müssen auch die

Verteilung der Wärme, der Feuchtigkeit, der Regenmenge auf die Jahreszeiten und selbst auf die einzelnen Monate, sowie auch die Maxima und Minima, welche oft eine entscheidende Rolle spielen, beachtet werden.

Obwohl die meteorologischen Elemente, welche das Klima einer Gegend und weiterhin den jeweiligen Charakter der Witterung bedingen, stets vereinigt auftreten, wollen wir dieselben doch, des leichteren Verständnisses wegen, getrennt nach 1. Luft, 2. Wasser, 3. Licht und 4. Wärme betrachten.

Litteratur: H. Mohn, Grundzüge der Meteorologie. 3. Aflg. Berlin 1883; Dr. R. Börnstein, Regen oder Sonnenschein? Berlin 1882; Dr. J. Hann, Dr. F. v. Hochstetter und Dr. A. Pokorny, Allgemeine Erdkunde. Leitfaden der astronomischen und physischen Geographie, Geologie und Biologie. 3. Aflg., Wien 1881; Dr. J. R. Lorenz u. Dr. C. Rothe, Lehrbuch der Klimatologie mit besond. Rücksicht auf Land- und Forstwirtschaft. Wien 1874 2c.

1. Die Luft.

Außer dem Boden, welcher die mineralischen Nährstoffe liefert, ist die Luft für das Wachstum der Pflanzen unentbehrlich. Sie bietet nicht nur eine unversiegbare Quelle für jene Nährstoffe (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff), aus welchen die Pflanzen ihre organische Substanz aufbauen, sondern sie wirkt auch durch ihre wechselnden Zustände fördernd oder hemmend auf das Pflanzenwachstum ein.

Die atmosphärische Luft besteht aus einem nahezu konstanten Gemenge von 23 Gewichtsprozenten oder 20,9 Volumprozenten Sauerstoff und 77 Gewichtsprozenten oder 79,1 Volumprozenten Stickstoff. Außerdem enthält die Luft nach F. Schulze 0,027—0,03 (im Durchschnitt 0,029) Volumprozente Kohlensäure. Am geringsten ist der Gehalt der Luft an Ammoniak (in 1 Million Gewichtsteile sind enthalten 0,169—3,680 Teile) und Salpetersäure; am schwankendsten der Gehalt an Wasserdampf, durchschnittlich 0,9—3 Volumprozente.

Die Luft im Boden und jene, welche mit den Niederschlägen dem Boden zugeführt wird, ist nach Péligot und Boussingault sauerstoffreicher, indem auf 32 Teile Sauerstoff 68 Teile Stickstoff kommen. Desgleichen ist die Bodenluft durch die Fähigkeit des lockeren, mürben Bodens Gase zu absorbieren und durch die Verwesungsprodukte der organischen Substanzen kohlensäure- und ammoniakreicher. Nach Boussingault enthält die Luft in frischgedüngtem Boden 2,2 in sehr humusreichem Boden 3,6 Volumprozente Kohlensäure. Je größer die Gasabsorptionsfähigkeit, um so mehr wird die chemische Thätigkeit des Bodens erhöht, und um so mehr Pflanzennährstoffe können aufgeschlossen werden. Von den verschiedenen Bodengerüstteilen vermögen der Humus und der Thon die größten Mengen Ammoniak und Kohlensäure 2c. zu absorbieren. Der Gehalt des wasserfreien Bodens an Ammoniak beträgt im Sandboden 0,00077, im Kalkboden 0,0220 und im Thonboden 0,0293%. Die im gahren Zustande befindliche Ackerkrume besitzt eine bedeutendere Gasabsorptionsfähigkeit als der geschlossene, rohe Boden des Untergrundes.

Außer den Bestandteilen der Luft, welche zur Ernährung der Pflanzen, wie im Kapitel: „Das Pflanzenleben“ näher ausgeführt wurde, unentbehrlich sind, wirken auch die verschiedenen mit der Luft im Zusammenhange stehenden meteorologischen Erscheinungen bestimmend auf den Verlauf und die Gestaltung der Vege-

tation ein. Von den verschiedenen Luftzuständen hat der Luftdruck (am Meeresniveau 760 mm) einen unleugbaren Einfluß auf die Verdunstung der Pflanze, auf die Gasabsorption und Wasserverdunstung des Bodens und damit indirekt auf den gesamten Vegetationscharakter einer Gegend. Von entscheidender Bedeutung für das Wachstum der Pflanze sind jedoch die Störungen des Luftdruckes, welche die als Winde bezeichneten Luftströmungen herbeiführen. Die große Bedeutung dieser erhellt aus dem Umstande, daß die klimatischen Unterschiede der einzelnen Landstriche in letzter Linie auf die Luftströmungen zurückgeführt werden können.

Nach einer älteren, heute nicht mehr vollständig aufrechtzuhaltenden Anschauung bedingen die beiden fundamentalen Luftströmungen, der warme Äquatorialstrom (obere Passat) und der kalte Polarstrom (untere Passat), durch ihre Temperaturdifferenz, ihren verschiedenen Wassergehalt und ihre verschiedene Dichte, vorzugsweise die Verschiedenheit des Klimas. In Europa senkt sich der regenbringende Äquatorialstrom im Sommer auf Nordeuropa und den größten Teil von Österreich herab, während er über Südeuropa hoch hinwegzieht. Erstere Gebiete besitzen daher ihre einzige, für die Vegetation günstige Regenzeit meist im Sommer (Region der vorwiegenden Sommerregen). Im Winter senkt sich dagegen der obere Passat schon auf Nordafrika herab, während Nordeuropa von den kalten Polarwinden beherrscht wird. Nordafrika liegt daher in der Region der vorwiegenden Winterregen. Im Frühjahre und im Herbst trifft schließlich der feuchtwarme obere Passat Südeuropa, welches daher zwei jährliche Regenzeiten, im Frühjahre und im Herbst, besitzt (Region der Äquinoktialregen).

Die Windgeschwindigkeit beträgt bei Windstärke 1, kaum merkbares Lüftchen: 1 m pro Sekunde oder 0,13 kg Druck auf 1 qm Fläche; bei Windstärke 3, frischer Wind: 4 m, resp. 2,20 kg; bei Windstärke 6, starker Wind: 12 m, 19,50 kg; bei Windstärke 8, Sturm: 20 m, 54,16 kg und bei Windstärke 10, Orkan: 36 m, 176,96 kg.

Die unmittelbare Einwirkung der klimatischen Elemente auf das Gedeihen der Pflanzen wird im Kapitel: „Schutz gegen Witterungseinflüsse" erörtert.

2. Das Wasser.

Die Bedeutung des Wassers für die Vorgänge im Boden wurde schon im Kapitel: „Der Boden" auseinandergesetzt. Ebenso wurde S. 19 des Anteiles gedacht, welcher dem Wasser bei dem Wachstum der Pflanzen zukommt. Weiteres siehe auch im Kapitel: „Die Pflege". Es erübrigt nur einige allgemeine Beziehungen zwischen diesem klimatischen Elemente und dem Boden und der Pflanze klarzustellen.

Das Wasser kommt in der Atmosphäre in Dampfform vor, oder es verdichtet sich in flüssiger oder fester Form zu Regen, Schnee, Hagel, Nebel, Tau rc.

Der jeweilige dampfförmige Wassergehalt der Atmosphäre wird bei den meteorologischen Beobachtungen entweder als absolute Feuchtigkeit (Dunstdruck), oder als relative Feuchtigkeit (in Prozenten von der Wassermenge, welche bei der jedesmaligen Temperatur in der Luft enthalten sein kann) angegeben.

Die jeweilige Menge des Regenfalles wird durch die Höhe gemessen, welche das Regen- und geschmolzene Schnee-Wasser, abgesehen von der Verdunstung, auf einer horizontalen Fläche aufgefangen, erreichen würde.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft nimmt nicht nur auf die Lebhaftigkeit der Verdunstung des Wassers durch die Pflanze, sondern auch auf die Wasserverdunstung des Bodens entscheidenden Einfluß. Die Niederschläge bestimmen nicht nur den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und versorgen die Pflanze mit dem unent-

behrlichen Wasser, sondern führen dem Boden auch Kohlensäure, Salpetersäure und Ammoniak zu, durch welche der Verwitterungsprozeß im Boden befördert wird.

Das Regenwasser wird um so leichter in den Boden eindringen, je lockerer das Gefüge desselben ist. Bei dichtem Gefüge saugt sich im Beginne des Regenfalles die oberste Bodenschichte von 2—4 cm schnell mit Wasser an, wodurch das weitere Eindringen verlangsamt wird. Das weiterfallende Regenwasser wird dann, je geneigter der Boden ist, um so rascher abfließen, wenn nicht etwa Unebenheiten, wie rauhe Furchen ꝛc. das Abfließen verzögern.

Während des Winters sammelt sich von den Niederschlägen am meisten Feuchtigkeit im Boden an, da sich der Verlust durch Verdunstung, Abtrocknung bei der tieferen Temperatur sehr verringert. Diese Winterfeuchtigkeit wird für die Vegetation um so vorteilhafter sein, je mehr sie sich auf die tieferen Bodenschichten verteilt. Ein Uebermaß derselben kann jedoch, besonders in einem kalten Klima, durch Verzögerung der Bestellungsarbeiten und durch nachteilige Einwirkung auf die Pflanzenvegetation schädlich werden.

Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wird weiter vermehrt durch die Taubildung, welche am Boden und an blattreichen, besonders stark behaarten Pflanzen eintritt, wenn sich dieselben in Folge von Temperaturwechsel oder von Ausstrahlung rasch abkühlen. Je dunkler und humusreicher und je lockerer der Boden und je geringer seine Wärmekapazität, um so stärker betaut sich derselbe. Der Sandboden betaut sich um so stärker, je dunkler gefärbt er ist und je mehr Quarz- und Silikatkörner und je weniger Kalkkörner er enthält. Dunkelgefärbte Thon-, Lehm- und Humusböden haben eine starke Wärmeabsorption bei Tage und eine starke Wärmeausstrahlung nach Sonnenuntergang, betauen sich daher um so reichlicher, je höher ihr Humusgehalt ist.

Das Wasser, welches durch die atmosphärischen Niederschläge und den Tau in den Boden gelangt, wird entweder kapillar festgehalten, oder es erfüllt alle Bodenzwischenräume als stauendes Wasser. In letzterm Falle wird das Wasser durch Verhinderung der Durchlüftung des Bodens und durch die Verdunstungskälte nachteilig für das Wachstum der meisten Pflanzen. Liegt der Wasserspiegel des stauenden oder fließenden Grundwassers tiefer, so übt dasselbe dagegen in einem trockenen Klima durch die kapillare Hebung des Wassers bei tiefgründigem Boden einen sehr günstigen Einfluß auf die Vegetation aus.

Wie viel Wasser zur Unterhaltung einer kräftigen Vegetation im Boden enthalten sein muß, wird sich nach der Beschaffenheit des Bodens, dem Wasserbedürfnisse der Pflanzenart und dem Wasserbedürfnisse in den verschiedenen Entwickelungsstadien der Pflanze richten.

Manche Pflanzenart, z. B. die Brunnenkresse (Nasturtium amphibium), wächst im Wasser, während andere nur auf trockenem Sand- und Geröllboden fortkommen. Nach Heinrich (Grundlagen zur Beurteilung der Ackerkrume. Wismar 1882. S. 29) ist der für das Pflanzenwachstum (Gräser) günstigste Feuchtigkeitsgehalt 60% der wasserfassenden Kraft des Bodens.

Das Wasserbedürfnis der Kulturpflanzen, welches im geringsten Falle bei schwach transperierenden und lockerstehenden Pflanzen durchschnittlich pro Tag 2 mm, im höchsten Falle 5 mm Regenhöhe entspricht, wird in einem trockenen Klima (in Mitteleuropa mit 400 mm Regenfall pro Jahr) am sichersten von dem

Lehm-, Thon- oder Humusboden, in einem feuchten Klima (in Mitteleuropa in der Ebene mit 800 mm, im Gebirge mit 1 050 mm jährlichem Regenfall) von dem Sandboden befriedigt werden.

Die Höhe des Niederschlages, die Verteilung desselben auf die einzelnen Jahreszeiten und Monate, und die Zahl der Regentage werden je nach dem Verhalten des Bodens zu Wasser, und je nach den Wärmeverhältnissen entscheidend für die Pflanzenvegetation und für die Dauer der landwirtschaftlichen Betriebsperioden sein. Je feuchter das Klima und je wasserhaltiger, kälter der Boden und je plötzlicher der Übergang von der Frühjahrswitterung zur trockenen, heißen Sommerwitterung (Steppenklima) sind, um so mehr verkürzt sich die Vegetationszeit und die Zeit, welche zur Ausführung der Kulturen verfügbar ist. Feuchtes Klima begünstigt die Blattentwickelung, daher das Gedeihen der Futterpflanzen, trockenes Klima bis zu einer gewissen Grenze die Samenbildung, daher das Gedeihen der Körnerfrüchte.

Feuchtes, nebeliges Wetter wirkt insofern ungünstig auf die Vegetation ein, als durch dasselbe die Verbreitung und Entwickelung mancher Schmarotzerpilze, namentlich der Rostpilze außerordentlich begünstigt wird.

In Deutschland beträgt die durchschnittliche Regenmenge, sowie die Verteilung derselben in Prozenten der Jahressumme nach J. van Bebber (Die Regenverhältnisse Deutschlands. München, 1877):

	Jahresdurchschnitt in mm	Davon entfallen in Prozenten auf: Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Norddeutsches Tiefland	613	20,3	20,3	33,5	25,9
Mitteldeutsches Bergland	692	19,9	22,9	34,0	23,3
Süddeutsches Bergland	825	20,8	23,5	30,8	24,8
Deutschland überhaupt	709	20,4	22,4	32,6	24,6

Für österreichische Stationen gelten (Dr. J. Hann, Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Österreich-Ungarn. Sitzbr. d. Wiener Akad. LXXXII. Bd. II. Abt. 1879) folgende Regenmengen in mm:

	N. Br.	E. Länge	Seehöhe	Beobachtungs-Jahre	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Prag . .	50° 5′	14° 25′	202	50	469	69	118	187	95
Lemberg .	49° 50′	24° 2′	298	44¾	684	112	272	268	132
Wien . .	48° 14′	16° 22′	200	34	595	111	149	203	132
Budapest .	47° 30′	19° 2′	150	28½	527	104	134	158	131
Graz . .	47° 4′	15° 28′	340	30	792	97	176	320	199
Tolmezzo .	46° 24′	13° 1′	330	22	2 421	500	494	598	829
Triest . .	45° 39′	13° 46′	30	38½	1 114	205	246	258	405

3. Das Licht.

Das Sonnenlicht ist unentbehrlich für die Neubildung der Pflanzensubstanz (S. 21), nachdem nur unter dessen Einwirkung die Assimilation der aufgenommenen Nährstoffe in den chlorophyllhaltigen Zellen unter Sauerstoffabscheidung vor sich gehen kann. Im Dunkeln entstehen in den Blättern ꝛc. farblose Chlorophyllkörner (bleichsüchtige Pflanzen), welche erst, eine bestimmte Temperatur vorausgesetzt, bei Licht ergrünen und Stärkekörner bilden, die im Dunkeln wieder aufgelöst und zum Wachstum verbraucht werden. Hat sich unter dem Einflusse des Lichtes ein Quantum assimilierter Substanz in den grünen Pflanzenteilen gebildet, so kann zwar die Zellteilung und der Stoffwechsel, welche das Wachstum der Pflanze her-

beiführen, auch bei Ausschluß des Lichtes im Dunkeln vor sich gehen, jedoch nur so lange, als die assimilierte Substanz vorhält.

Die grünen Internodien (Stengelglieder) verholzen sich im Dunkeln nicht und erlangen ein abnormes Längenwachstum (Lagerfrucht). Durch Lichtabschluß wird nach J. Sachs (Botan. Ztg. XXIII. 119) die Entstehung von Stammadventivwurzeln begünstigt.

Am wirksamsten für die Assimilation zeigen sich nicht die sonst chemisch wirksamsten blauen, sondern die minder brechbaren, hellleuchtenden Strahlen (orange, gelb), für die Bildung von Proteïnsubstanzen die gelben und für die Stärkebildung die blauen Strahlen[1]). Je intensiver die Beleuchtung (bei gleichen Wärme- und Wassermengen), um so blüten- und fruchtreicher werden die Pflanzen. An sonnigen Standorten blühen dieselben viel reichlicher, als an beschatteten.

Mit der Zeitdauer der Beleuchtung oder der Tageslänge nimmt die Thätigkeit der grünen Blätter, somit die Schnelligkeit des Wachstums zu, so zwar, daß mit der Annäherung an den Pol die Vegetationszeit der Pflanzen sich verkürzt, ungeachtet die Temperatur sich erniedrigt.

Am Nordpol dauert der längste Tag					186 Tage,	die kürzeste Nacht			0^h,
unter 60° n. Br.	"	"	"	"	$18^h\ 30^m$	"	"	"	$5^h\ 30^m$
" 50°	"	"	"	"	$16^h\ 9^m$	"	"	"	$7^h\ 51^m$
" 40°	"	"	"	"	$14^h\ 51^m$	"	"	"	$9^h\ 9^m$
" 30°	"	"	"	"	$13^h\ 56^m$	"	"	"	$10^h\ 4^m$
" 0°	"	"	"	"	12^h	"	"	"	12^h

4. Die Wärme.

Neben dem Boden, welcher der Pflanze die nötigen mineralischen Nährstoffe und den geeigneten Standort liefert, und dem Wasser, welches jene zur Lösung bringt, ist auch noch die Kraft, mit welcher die Aufnahme und Bewegung der Nährstoffe vor sich geht, zu beachten. Diese Kraft wird durch das Licht und durch den Verbrauch einer entsprechenden Wärmemenge geliefert. Die aufgenommene Wärme wird entweder bei der Aufnahme der Aschenbestandteile und der atmosphärischen Nahrungsstoffe, oder bei der Verdunstung des Wassers aus den Blättern, oder bei der Ausstrahlung, welche Ursache der Betauung und Bereifung der Pflanzen ist, verbraucht. Gegenüber diesem Verbrauche tritt die Wärmebildung bei der Atmung der Pflanze sehr zurück.

Die Wärmequelle für die Pflanze bildet die gestrahlte Sonnenwärme (Insolation), welche, abgemindert durch die Wärmeausstrahlung, die Temperatur des Bodens und der Luft bedingt.

Die Bodenwärme erfährt an der Bodenoberfläche die größten Schwankungen. In einer gewissen Tiefe, unter 48° n. Breite etwa bei 1,25 m verschwinden dagegen schon die täglichen, bei 2,5 m die monatlichen und bei 12 m die jährlichen Temperaturschwankungen. Tiefwurzelnde Pflanzen leiden daher meist weniger von Temperaturextremen, als flachwurzelnde. Auf die Schwankungen der Bodenwärme hat auch die Wärmekapazität des Bodens wesentlichen Einfluß. Auf einem Boden mit geringerer Wärmekapazität werden deshalb frostempfindlichere Pflanzen am meisten leiden, während bei hoher Wärmekapazität auch zarte Pflanzen fortkommen.

[1]) R. Weber, Einfluß farb. Lichtes auf Assimilation &c. Landw. Vers.-Stat. XVIII, S. 18.

Der Beginn und die Sistierung des Pflanzenlebens scheint wesentlich von dem Unterschiede der Boden- und Lufttemperatur abzuhängen. Sobald im Frühjahre die Luftwärme höher ist als jene des Bodens, beginnt die Entwickelung der Vegetation, und sobald die Bodenwärme im Herbst über jene der Luft gestiegen, endigt dieselbe. Die Wachstumsprozesse gehen daher erst dann vor sich, wenn den Pflanzen eine bestimmte Wärmemenge zugänglich wird, welche sich jedoch nicht bis zu einem schädlichen Übermaße steigern darf. Die größte Lebhaftigkeit derselben ist stets an eine bestimmte Höhe der Temperatur gebunden. Die Samen keimen nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen. Fehlt ausreichende Wärme, so nehmen sie zwar Wasser auf, verfaulen aber.

Nach F. Haberlandt (Der allg. landw. Pflanzenbau. Wien, 1879, S. 43) beträgt die untere und obere Grenze sowie die günstigste Keimungstemperatur (Optimum) in °C. bei:

	Min.	Max.	Opti.		Min.	Max.	Opti.		Min.	Max.	Opti.
Weizen . .	3-4,5	30-32	25	Erbse	1-2	35	30	Lein	2-3	30	25
Roggen . .	1-2	30	25	Linse	4-5	36	30	Hanf . . .	1-2	45	35
Gerste . . .	3-4,5	28-30	20	Wicke	1-2	35	30	Runkelrübe	4-5	28-30	25
Hafer . . .	4-5	30	25	Pferdebohne	3-4	30	25	Möhre . . .	4-5	30	25
Mais . . .	8-10	40-44	32-35	Bohne	10	37	32	Luzerne . .	1	37	30
Hirse . . .	8-10	44	?	Raps	2-3	?	?	Rotklee . .	1	37	30
Buchweizen	3,5-4	37	?	Tabak . . .	13-14	35	28	Lupine . . .	4-5	37-38	28

Das Ergrünen der Chlorophyllkörner beginnt bei Mais, Raps und Bohne bestimmt oberhalb 6° C., bei Gerste und Erbsen oberhalb 4, bei Hafer oberhalb 5° C. Die Bestockung der Getreidepflanzen erreicht bei 9° C. ihre Grenze. Bei einer Mehrzahl perennierender Pflanzen beginnt die Entwickelung im Frühjahre erst dann, wenn die Bodentemperatur 5—6° C. erreicht hat. Die Wurzelthätigkeit der Pflanze, mithin auch die Wasseraufnahme derselben wächst mit der steigenden Bodenwärme; vermindert sich die Bodenwärme, so werden die Funktionen der Wurzeln schwächer und schon bei einer Temperatur von + 5° C. genügt bei einigen Pflanzen, wie z. B. bei Tabak, Kürbis, die Aufsaugung des Wassers nicht mehr, um den Transpirationsverlust der Blätter zu decken, so daß sie welken müssen. Erhöhte Bodenwärme beschleunigt auch die Saftbewegung innerhalb der Pflanze. Die obere Temperaturgrenze des Wachsens für verschiedene Pflanzen scheint etwas höher als 38° C. zu liegen.

Für den Erfolg, mit welchem eine Kulturpflanze angebaut werden kann, ist nicht nur die mittlere Höhe der Jahrestemperatur der Luft und des Bodens, sondern auch die Temperaturschwankung, das Maximum und Minimum der Temperatur und die mittlere Höhe der Sommertemperatur entscheidend. Die wichtigsten Kulturpflanzen machen in dieser Beziehung die folgenden Ansprüche:

	Baumwolle	Orange u. Zitrone	Olive	Reis	Wein	Mais	Obstbäume	Weizen	Gerste
Mittlere Jahrestemperatur C.°	17,5	13,7	13,7	12,5	10,0	10,0	4,0	3,7	1,8
Mittlere Sommertemperatur C.°	25,5	23,7	21,8	23,0	18,7	17,7	14,0	14,0	12,5
Temperatur-Minimum . . .	—	-2,5	—	—	-26,0	0	-38°	-24°	-20°

Bei einer Erhebung von 400—500 m über die Meeresfläche verschwinden unter 50° nördl. Breite Südfrüchte, Wein und Mais, bei 800—1000 m das Wintergetreide, nur Gerste, Hafer und Buchweizen, Kartoffeln und Wasserrüben finden noch ein spärliches Fortkommen, bis endlich der Ackerbau aufhört und ein breiter Gürtel von Grasland oder Wald an seine Stelle tritt, der bei 1500—2000 m von Krummholz und Weide ersetzt wird, bis bei 2200—2500 m die Grenze des ewigen Schnee jeder Vegetation ein Ziel setzt.

Auf je 100 m Erhebung rechnet man auf eine Temperaturabnahme von 0,59° C.; für je 1—5 Grad geogr. Breite auf eine Abnahme von 1,25° C., was ungefähr der Erhebung von 223 m entspricht.

Um die verschiedenen Wärmeansprüche der Kulturpflanzen annähernd vergleichbar zu machen, faßt man die Mitteltemperaturen über der unteren Temperaturgrenze für das Keimen und die Anzahl der Vegetationstage in einen Ausdruck, den sogenannten Wärmesummen oder thermischen Vegetations-Konstanten, zusammen. Die Wärmesumme giebt jedoch nur über einen, wenn auch sehr einflußreichen Faktor des Pflanzenwachstums Aufschluß.

Ein warmes Klima begünstigt im allgemeinen die Pflanzenvegetation, wenn es gleichzeitig feucht ist, hindert jedoch dieselbe, je trockener es sich gestaltet. Ein kaltes Klima verzögert die Entwickelung der Pflanzen, verkürzt daher die Vegetationszeit; dasselbe tritt auch in Folge der Abnahme der Temperatur bei zunehmender Seehöhe ein.

Nach Berghaus verspätet sich in Sachsen bei einer Erhebung um 332 m bei Weizen die Blüte um 22 Tage, die Ernte um 22 Tage, bei Roggen um 13 und 22, bei Gerste um 22 und 22, bei Hafer um 20 und 14, bei Kartoffeln um 23 und 5 Tage.

Ein kaltes Klima erhöht die Ungunst der eine hohe wasserfassende Kraft besitzenden Thon- und Humusböden. Die nachteiligen Eigenschaften eines Sandbodens treten dagegen in einem warmen und zugleich trockenen Klima am deutlichsten hervor. Ungünstige klimatische Zustände sind für die Vegetation und Ausführung des landwirtschaftlichen Betriebes um so nachteiliger, als sie sich entweder gar nicht, oder nur mit einem hohen Aufwand von Zeit und Kapital beseitigen lassen. Anderseits wird die Ertragsfähigkeit der Grundstücke durch günstige, klimatische Zustände wesentlich erhöht, selbst dann, wenn die Bodenbeschaffenheit zu wünschen übrig läßt.

Für die nachstehenden Orte beträgt die durchschnittliche Temperatur des Jahres und der Jahreszeiten in Graden Celsius:

	Breite	Länge	Seehöhe	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Berlin	52° 30	31° 04	33 m	8,50	18,12	9,62	— 0,25	9,00
Wien (100 jähr. Mittel)	48° 14	34° 02	200 m	9,77	19,66	9,93	— 0,63	9,70
München . . .	48° 09	29° 16	510 m	9,25	17,62	9,37	0,25	9,12
Ofen	47° 30	36° 43	150 m	0,62	21,12	10,75	— 0,37	10,50
Triest	45° 39	31° 26	30 m	12,00	21,87	13,75	4,12	13,00

Nächst dem Klima wird das Gedeihen der Kulturpflanzen und die Ausführung der landwirtschaftlichen Operationen von dem täglichen Witterungsverlaufe beeinflußt. In dieser Beziehung haben die von den meteorologischen Observatorien (Deutsche Seewarte in Hamburg, Zentralanstalt für Meteorologie Hohe Warte bei Wien ꝛc.) herausgegebenen, täglichen telegraphischen Wetterberichte und Wetter-

vorhersagen (Meteoroprognosen) eine große Bedeutung für die praktische Landwirtschaft erlangt. Die Meteoroprognose gründet sich auf die telegraphische Bekanntgabe der an den Stationen des Kontinentes und an der See zur gleichen Zeit gemachten meteorologischen Beobachtungen. Aus der graphischen Darstellung derselben, besonders der Isobaren, jener Linien, welche die Stationen mit gleichem auf das Meeresniveau reduziertem Luftdruck verbinden, läßt sich die Richtung der Luftbewegung und somit auch der Charakter der anzuhoffenden Witterung annähernd entnehmen.

2. Die besondere oder örtliche Lage.

Die besondere oder örtliche Lage bedingt, wie die allgemeine Lage das Klima einer Gegend, die klimatische Beschaffenheit einer einzelnen Örtlichkeit.

Wie für das Klima im Großen und Ganzen, außer der geographischen Lage und der Meereserhebung, die Größe des Weltteiles, die Küstenentwickelung und die Meeresströmungen maßgebend sind, so sind für das Lokalklima die Bodengestaltung, das Wassernetz und die Vegetationsdecke entscheidend.

Die Ebene hat eine Neigung zu bedeutenden, aber nicht rasch wechselnden Extremen der Temperatur und zu einer großen Gleichförmigkeit der Feuchtigkeitsverhältnisse. Welliges Land wirkt durch seitliche Ausgleichsströmungen auf die zeitliche Abwechselung und Verminderung der Temperatur und Feuchtigkeitsextreme.

Im allgemeinen wird ebener Boden für die Pflanzenvegetation günstiger als geneigter sein, da, abgesehen von der gleichmäßigeren Besonnung, Abschwemmungen durch Regengüsse nicht so leicht eintreten können. In kalten und feuchten Gegenden wird dagegen eine Neigung des Bodens (S. 30)) vielfach vorteilhaft sein. Abhängige Felder sind schwieriger zu bearbeiten. Bei 10° Neigung kann die Ackerfurche nicht mehr nach aufwärts, sondern immer nur nach abwärts gelegt werden. Bei 15° Neigung erreicht die Spannarbeit ihre Grenze, bei 20° der Ackerbau, bei 30° der geschlossene Graswuchs und bei 45° der Wein- und Waldbau.

Weiters wird die Richtung der Neigung des Bodens gegen die Weltgegend nicht unbeachtet bleiben dürfen. An den Ost- (Morgenlagen) und Süd- (Mittagslagen) Seiten, den Sommerlehnen oder sonnseitigen Gehängen, welche in unseren Breiten von 48—50° je nach der Jahreszeit 9—12 Stunden der Insolation ausgesetzt sind, wird der Boden je nach dem Grade der Neigung durch das Auffallen der Sonnenstrahlen leicht erwärmt, dadurch werden aber im Frühjahre bedeutendere Temperaturunterschiede gegenüber der Nacht hervorgerufen, welche die Frostgefahr erhöhen. Gegenüber den warmen, trockenen Südseiten, sind die West- (Abendlagen) und Nord- (Mitternachtslagen) Abdachungen, die Winterlehnen oder schattenseitigen Gehänge, welche je nach der Jahreszeit nur 3—6 Stunden der Besonnung ausgesetzt sind, kühl und feucht. Zur Zeit der Äquinoktien bleibt der Nordhang während des ganzen Tages unbesonnt. Die Nordwestseiten sind überdies in Mitteleuropa den vorherrschenden Winden am meisten ausgesetzt.

Je wechselnder die Bodengestaltung um so ungleicher sind die Pflanzenerträge und um so mehr erhöht sich der Kulturaufwand.

Mit Bezug auf die Umgebung kann die Lage frei, offen, oder durch Anhöhen, Gehölz 2c. geschützt, eingeschlossen, oder sonnig, trocken, oder

schattig, naß sein und dadurch die allgemeine klimatische Lage entweder verbessert oder verschlechtert werden.

Benachbarte Wasserflächen bewirken eine Verminderung der Temperaturextreme, da das Wasser sich vermöge seiner Wärmekapazität und der Bindung eines Teiles der Insolationswärme durch Verdunstung langsamer und nicht so hoch erwärmt oder erkältet als der Erdboden. Ebenso wirken Wasserflächen ausgleichend auf den Wassergehalt der Luftströmungen ein, trockene Winde werden feuchter, feuchte durch Entledigung ihres Wassers über der Wasserfläche trockener. Nachteilig werden benachbarte Gewässer, wenn sie unzeitgemäße Ueberschwemmungen verursachen, oder wenn ihr Durchsickerungswasser die Veranlassung zu stauender Nässe im Boden wird.

Die Wiesen und grünen Ackerflächen erniedrigen die Temperatur und erhöhen auf Kosten des Bodenwassergehaltes die Luftfeuchtigkeit in der wärmeren Jahreszeit, ähnlich, nur in geringerem Maße, als wie die Wasserflächen.

Am nächsten dem Einflusse einer Wasserfläche auf das Klima der Umgebung kommt der Einfluß des Waldes[1]). Der Wald mindert nicht nur die Sommerwärme, sondern auch die Winterkälte. Entwaldung steigert daher den exzessiven Charakter eines Klimas und bewirkt weniger eine Verminderung der jährlichen Niederschlagsmengen, als eine ungünstigere Verteilung der Regenfälle auf die einzelnen Jahreszeiten.

Das Zusammenwirken von Boden, Klima und örtlicher Lage bestimmt die Kultur- und Ertragsfähigkeit eines Grundstückes. Entscheidend für die Benutzungsweise desselben sind jedoch erst die wirtschaftlichen Verhältnisse, welche festzustellen Aufgabe der Betriebslehre ist.

Eine zweckentsprechende Einreihung der Verschiedenheiten der Standortsbeschaffenheit oder die Aufstellung eines Bonitierungs- und Klassifikations-Systemes ist erst dann durchführbar, wenn die Ansprüche der verschiedenen Kulturpflanzen an die Standortsbeschaffenheit durch die Lehren des Pflanzenbaues bekannt geworden sind. Diese Erwägung veranlaßt uns auf die Bodenbonitierung erst im Band IV.: „Die Betriebslehre“, näher einzugehen.

IV.

Die Melioration.

Boden, Klima und Lage bilden die Faktoren, deren Zusammenwirken das Wachstum der Pflanzen bestimmen. Im natürlichen Zustande bedeckt sich der ausreichend verwitterte Boden mit einer Wald- und Grasvegetation. Erst in Folge menschlicher Thätigkeit wird das natürliche Wald- und Grasland durch die Urbarmachung in Kulturland umgewandelt, wenn nicht etwa die natürliche Beschaffenheit des Standortes die Benutzung als unbedingtes Wald- oder Gras- (Weide und Wiese) Kulturland notwendig macht. Bei weiter vorgeschrittener Kultur werden, je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen und der Eignung der Grundstücke, Wein-, Hopfen-, Obst-, Garten-, Gemüseland ꝛc. angelegt; schließlich wird es wirtschaftlich rätlich, die natürliche Beschaffenheit der Wachstumsfaktoren durch

---

[1]) Dr. E. Ebermayer, Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung. Berlin 1873.

Verbesserung des Standortes oft mit großem Arbeits- und Kapitalsaufwande günstiger zu gestalten.

Litteratur: Dr. F. W. Dünkelberg, Encyklopädie und Methodologie der Kulturtechnik. 2 Bde. Braunschweig 1883; Sprengel, Lehre von der Urbarmachung. 2. Aufl. Leipzig 1844.

1. Die Urbarmachung.

Von den Urbarmachungen sind hier nur jene Kulturumwandlungen in Betracht zu ziehen, welche die Herstellung landwirtschaftlich benutzbarer Kulturländereien bezwecken. Dies wird beabsichtigt, wenn 1. Wälder gerodet, 2. Weideland umgebrochen, 3. Heideländereien kultiviert, Moorgründe entwässert, Teiche trockengelegt werden.

1. Die Waldrodung.

Lassen die natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse eines Waldlandes die Umwandlung in Acker- oder Wiesenland angezeigt erscheinen, so muß vorerst der Baumwuchs beseitigt werden. Bei geringen Holzpreisen verbrennt man das ausgetrocknete Holz, sowie das wertlose Gestrüpp, Reisig und verteilt dann die Asche über das Grundstück. Bei der Hackwaldwirtschaft wird das Holz abgehauen und mit Schonung der verbleibenden Stöcke verbrannt. Nach diesem „Gereutbrennen" bestellt man das Land durch 2, 3 Jahre mit Hafer oder Roggen und überläßt es wieder dem Holzwuchse, welcher durch Ausschlag der zurückgebliebenen Stöcke entsteht. Bei hohen Holzpreisen und wertvolleren Holzgattungen werden die Stämme regelrecht gefällt, und die zurückbleibenden Wurzelstöcke durch Stockrodemaschinen (von Schuster, Glöckner, Mitterbacher 2c., den Waldteufel), oder durch Sprengen mit Pulver, Dynamit aus dem Boden gebracht. Bei niedrigen Arbeitspreisen können die Stöcke und Wurzeln, deren Wert oft einen Teil der Kosten deckt, durch Rajolen oder Aufgraben des Bodens auf 0,5—1 m und Abhacken des Holzes gewonnen werden. Das abgeholzte Land wird mit Spaten oder stark gebauten Rajolpflügen, so gut es geht vor Winter bearbeitet, damit der Frost an der Lockerung des Bodens mitwirken kann. Im Frühjahre bestellt man das Land mit Hafer, welcher von allen Kulturpflanzen am besten in Neurissen gedeiht. Nach dem Hafer läßt man eine Hackfrucht, Mais, Kartoffeln folgen, damit während der Bearbeitung noch zurückgebliebene Wurzeln aus dem Boden entfernt werden können. Dem Hafer zunächst eignen sich zum Anbau in Neurissen der Roggen (Waldkorn), die Hirse, der Buchweizen. Erst nach einiger Zeit kann dann das Grundstück als Ackerland benutzt oder als Wiese niedergelegt werden. Die Umwandlung des rohen Bodens in kulturfähigen, garen Zustand wird beschleunigt, wenn das Rodland gleichzeitig mit Stallmist oder anderem Dünger reichlich versehen wird.

2. Der Weide- und Wiesenaufriß.

Bei der Umwandlung von Weide- und Wiesenland in Ackerland handelt es sich vor allem um die Zerstörung der hinderlichen Grasnarbe. Dieselbe wird bei geringem Zusammenhalt mit einem starken Pflug mit langem Streichbrett aufgebrochen, damit die Narbe umgewendet und zur Beschleunigung der Humifikation sicher in den Boden gebracht wird. Lose Wurzelreste, unzersetzte Narbenstücke werden mit der Egge nach und nach bei wiederholter Bearbeitung gesammelt. Bei stark geschlossenem Boden wird das Umbrechen mit dem Spaten ausgeführt. Das auf-

gerissene mit Stallmist und Kalk gedüngte Land, wird dann mit Roggen, Hafer u. dgl. bestellt. Durch den aufgebrachten Dünger, besonders den Kalk, wird das Zerfallen der Grasnarbe wesentlich befördert und die physikalische Beschaffenheit des Bodens derart günstig verändert, daß er zum Anbau von Feldpflanzen, zunächst von Hafer, Rüben &c. geeignet wird. Bei stark verfilzter Grasnarbe, feuchtem Boden, nasser Lage reicht das einfache Unterpflügen zur Zerstörung der Narbe nicht aus. In solchen Fällen wird das Brennen derselben viel wirksamer sein.

Nach Heiden (Wie wird schwerer, roher Boden (Neuland) fruchtbar gemacht? Hannover 1883, S. 270) dünge man im Herbst das umbrochene Neuland (Thonboden) mit 30—40 mctr Aetzkalk pro 1 ha. Im nächsten Frühjahre sind Kartoffeln zu bauen mit 5—7,5 mctr Ammoniak-Superphosphat (entsprechend 40—60 kg Stickstoff) und 2—3 mctr 18% Superphosphat (entsprechend 80—120 kg lösl. Phosphorsäure). Als 2. Frucht folgt mit der gleichen Düngung Hafer, als 3. Wicke oder Erbsen mit 3 mctr Knochenmehl gedüngt, als 4. Kartoffeln mit 3 mctr gereinigter schwefelsaurer Kali-Magnesia nebst der im 1. Jahre gegebenen Düngung. Nach dieser 4jährigen Kultur kann das Land der systematischen Bewirtschaftung einverleibt werden. Für Sandboden empfieht sich als 1. Frucht Lupine zur Gründüngung mit 4—6 mctr Kainit und 3—4 mctr Knochenmehl, dann Roggen (2 mctr hochgrädiges Ammoniak-Superphosphat), im 3. Jahre Lupinengründüngung, im 4. Roggen, im 5. Kartoffel (5—7,5 kg Stickstoff und 10—15 kg lösl. Phosphorsäure) im 6. Hafer, dann wieder: Lupine zum Reifwerden, Roggen, Kartoffel, Hafer.

3. Die Urbarmachung von Heideland.

Die Urbarmachung von Heideland kann, wie bei dem Graslande, durch das Brennen eingeleitet werden. Ein sehr zweckmäßiges Brennverfahren gelangt auf den fürstlich Schwarzenberg'schen Besitzungen[1]) in Südböhmen zur Ausführung. Daselbst wird der mit einer spärlichen Vegetation von Heidekraut und Borstengras bedeckte, strenge Lehmboden mit dem Pflug bis auf 16—20 cm Tiefe abgeschält. Die gewonnenen Heideplaggen mit Torfkleie durchschichtet und in 1—1,5 m hohen Kegeln aufgesetzt, nachdem vorher über Kreuz Drainröhrenstränge zur Unterhaltung des Luftzuges auf den Boden gelegt worden sind. Die angezündeten Haufen brennen sehr leicht, nur hat man durch Bedecken mit Erde dafür Sorge zu tragen, daß die Flammen nicht aus den Kegeln hervortreten. Durch eine zu hohe Temperatur würde sich der Boden in eine steinharte Masse verwandeln, statt in Pulver zu zerfallen. Nach dem Brennen wird der verbleibende, größtenteils verkohlte Rückstand ausgestreut und mit aufgefahrenem Stallmist mit dem Pflug in den Boden gebracht.

Nach einem anderen Verfahren wird die Narbe mit breiten Plaggenhauen oder durch den Pflug, welchem querüber ein Messerpflug vorangegangen, in Plaggen abgeschält. Diese Plaggen werden nun mit Reisig, Holz oder Torfabfällen durchschichtet und zeilenweise derart gegen den Wind aufgestellt, daß sie angezündet durch den Luftzug in langsames Glühen kommen. Die zurückbleibenden Reste werden ausgestreut und untergepflügt.

Ist der Boden trocken, so empfiehlt sich statt des Verbrennens der abgeschälten Plaggen die Kompostierung derselben. Zu diesem Zwecke werden die Plaggen mit gebranntem Kalk durchschichtet, und der entstehende Kompost nach Bedarf umgestochen.

---

[1]) G. Krafft, Ein Großgrundbesitz der Gegenwart. Monographische Skizze der Besitzungen des Fürstenhauses Schwarzenberg. Wien 1872, S. 247.

Das durch Abbrennen oder Kompostieren von dem Heidekraute oder dem Graswuchse befreite Land wird wie umgebrochenes Waldland in Kultur genommen.

2. Die Standortsverbesserung.

Die Verbesserung des Standortes bezieht sich entweder auf günstigere Gestaltung der Eigenschaften des Bodens, oder auf Abschwächung der Ungunst des Klimas, oder schließlich auf Beseitigung von Hindernissen, welche eine ungünstige Lage der Pflanzenkultur entgegenstellt. Bei der Besprechung der Standortsverbesserung folgen wir daher jener Einteilung, welche den Kapiteln: Boden, Klima und Lage zu Grunde gelegt ist.

1. Die Entwässerung.

Steigt der Wassergehalt des Bodens derart, daß sich alle Zwischenräume desselben mit Wasser füllen, so wird das Wachstum der Kulturpflanzen gestört und selbst unmöglich gemacht. Die Ursache des Absterbens der Kulturpflanzen im nassen Boden besteht nicht in direkter Schädlichkeit des Wassers, nachdem die Pflanzen, wie die Wasserkulturversuche (S. 18) beweisen, selbst im Wasser allein gedeihen, sondern darin, daß durch den Wasserüberfluß der Luft- und somit der Sauerstoffzutritt gehemmt und durch die hohe Wärmekapazität des Wassers die Erwärmung des Bodens vermindert wird. Infolge dessen werden der Verwitterungsprozeß und die chemischen Umsetzungen im Boden verzögert und der Verlauf derselben ungünstig gestaltet, indem z. B. aus den Humuskörpern anstatt der Pflanzennährstoffe: Kohlensäure und Ammoniak, für das Pflanzenwachstum nachteilige Kohlenwasserstoffe und saure Humuskörper, oder wegen Mangel an Sauerstoff durch Reduktion verschiedener Sauerstoffverbindungen schädliche Eisenoxydulsalze, Schwefelmetalle 2c. gebildet werden. In wirtschaftlicher Hinsicht wird ein nasser Boden nicht rechtzeitig bearbeitet werden können. Die Bestellung im Frühjahre und die Ernte verzögern sich, weshalb sich der Kulturaufwand beträchtlich erhöht.

Je feuchter das Klima und die Lage, je größer die wasserfassende Kraft des Bodens, um so mehr ist es geboten, den Wasserüberfluß durch Entwässerung zu beseitigen. Wie viel Wasser abzuleiten ist, hängt von dem Wassergehalt des Bodens und von der Wärmekapazität des wasserfreien Bodens ab. Sind diese beiden Größen bekannt, so läßt sich die Menge des abzuleitenden Wassers berechnen.

Die Vorteile der Entwässerung ergeben sich nach dem Bemerkten von selbst. Die Beseitigung des Wassers erhöht vor allem die Durchlüftung des Bodens, nachdem an Stelle des Wassers die Luft tritt. Die chemischen Prozesse im Boden, die Zersetzung des Düngers gestalten sich durch die Erleichterung des Luftzutrittes um so lebhafter. Das Regen- und Schneewasser kann nun viel leichter in den Boden eindringen. Die Bodenwärme erhöht sich nach J. Parkes um 5,5° C. gegenüber dem nicht entwässerten Boden. Diese Verbesserung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens bewirkt eine größere Sicherung der Pflanzen gegen das Ausfrieren im Winter und gegen die Sommerdürre, die Ermöglichung einer rechtzeitigen, im Frühjahre oft um 14 Tage früheren Bearbeitung, die Beschleunigung der Ernte 2c. Am augenfälligsten tritt der Erfolg der Entwässerung, bei gleichzeitiger Verringerung der Kulturkosten, durch die Ertragssteigerung von 30—200% hervor.

Die Art der Ausführung der Entwässerung richtet sich nach der Ursache des zu hohen Wassergehaltes im Boden. Das Wasser kann (S. 58) dem Boden entweder durch die atmosphärischen Niederschläge als Tagwasser, oder durch das Grundwasser zugeführt werden, welches aus benachbarten Gewässern durchsickert oder durch Quellen genährt wird. Das zugeführte Wasser wird jedoch nur dann nachteilig, wenn es nicht rasch genug aus dem Boden verdunsten oder abfließen kann.

In einem Thon- oder Humusboden wird daher das kapillar festgehaltene Wasser eher nachteilig, als in einem durchlässigen Kalk- oder Sandboden. Das stauende Wasser wirkt dagegen dann am ungünstigsten auf die Pflanzenvegetation ein, wenn es sich zu nahe an der Oberfläche des Bodens ansammelt und wegen mangelndem Gefälle oder Undurchlässigkeit des Bodens oder einer einzelnen Schichte desselben nicht abfließen kann.

Bei geringen Wasserzuflüssen genügt oft eine tiefere Bodenbearbeitung um das Wasser gleichmäßiger in der kräftiger gelockerten Erde zu verteilen. Ausgiebigere atmosphärische Niederschläge können durch die Herstellung von Ackerbeeten und Wasserfurchen unschädlich abgeleitet werden. Bei größerem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens reicht diese Abwehr nicht aus; an ihrer Stelle müssen dann oft mit bedeutenden Kosten, die eine oder andere der folgenden Entwässerungsarten ausgeführt werden, die entweder benachbarte Wassermassen abzuwehren oder schon eingedrungene Wässer zu entfernen suchen.

Litteratur: Dr. E. Perels, Handbuch des landwirt. Wasserbaus. 2. Aufl. Berlin 1884; L. Vincent, Die Drainage, deren Theorie und Praxis. 6. Aufl. Regenwalde 1882; W. Dünkelberg, Der Landwirt als Techniker. 2. Abt. Braunschweig 1866.

a. Die Entwässerung durch Schutzdämme.

Durch die Anlage von Schutzdämmen (Deiche) werden flache Meeresufer, welche nur während der Flut unter Wasser gesetzt werden, entwässert (Holland, Schleswig-Holstein). Desgleichen sucht man durch Schutzdämme das Land gegen die Ueberschwemmung bei zeitweiligem Austreten der Flüsse und Seen zu sichern. Die Wirksamkeit des Schutzdammes wird wesentlich erhöht und gesichert, wenn bei der Anlage auf die Belassung eines Vorlandes gegen den Fluß, den See oder eines Außerdeichlandes gegen das Meer, als Inundationsgebiet für das Hochwasser Rücksicht genommen wird.

b. Die Entwässerung durch Änderung des Wasserspiegels.

Durch die Korrektion von Flußserpentinen mittelst Durchstichen wird der Wasserablauf beschleunigt, und dadurch die gefahrbringende Erhöhung des Flußbettes durch Schlammablagerungen und die Häufigkeit der Ueberschwemmungen oft bedeutend vermindert oder ganz beseitigt. Eine Entwässerung des Landes läßt sich auch durch Senkung des Wasserspiegels durch Regulierung und Vertiefung des Flußbettes erzielen.

Alle derartigen, hydrotechnischen Anlagen sind jedoch gewöhnlich so kostspieliger Natur, daß deren Ausführung die Kräfte eines Einzelnen übersteigt und daher nur durch das Zusammenwirken Mehrerer (durch Deichverbände, Wassergenossenschaften 2c.) oder durch die Regierung unternommen werden können.

c. Die Entwässerung durch Ausschöpfen.

Niederungen, flache Meeresufer, welche gar kein Gefälle oder nur ein sehr geringes besitzen, stellen der Entfernung des überflüssigen Wassers besonders Schwierigkeiten entgegen. In solchen Fällen bietet sich oft als alleiniger Ausweg das Ausschöpfen des Wassers durch Pumpen, Schöpfräder, Wasserschnecken rc., welche entweder durch Dampf oder Wind in Betrieb gesetzt werden. Bei mulden- oder kesselförmiger Bodengestaltung läßt sich bei geringer Ausdehnung der Mulde die Trockenlegung durch Aufführung von Erde bewerkstelligen, welche den Boden über die stauende Nässe erhöht. Bei großer räumlicher Ausdehnung der Mulde muß das überflüssige Wasser einem Sammelteich zugeführt werden, von wo es durch Ausschöpfen entfernt wird.

d. Die Entwässerung durch Versickerungsgruben, Schachte.

Wird die Versumpfung von einer undurchlassenden Schichte veranlaßt, so hilft meist die Anlage von Versickerungsgruben oder von Schachten, welche durch die undurchlassende Schichte bis zu dem durchlässigen Untergrunde gegraben werden. Um die Schachte für die Dauer wirksam zu erhalten, füllt man sie mit festem, durchlässigem Material, mit Steinen, Gerölle, Bruchsteintrümmern rc. Zuweilen reicht die Durchbrechung der undurchlassenden Schichte nur mit Bohrlöchern aus, welche durch eingeführte Thonröhren (vertikale Drainage) offen erhalten werden.

e. Die Entwässerung durch offene Gräben.

Tagwasser, Wasser aus quelligem Terrain, aus Terrain mit unzureichendem Gefälle, aus schlammigem Torf- und Moorland läßt sich am zweckmäßigsten durch offene Gräben ableiten. Bei geringem Grundwerte und dort, wo es sich darum handelt bedeutende Wassermengen abzuführen, wie z. B. bei den Abflüssen aus ganzen Drainsystemen, ist die Entwässerung durch offene Gräben gleichfalls gerechtfertigt. In allen übrigen Fällen, besonders bei Ableitung von Grundwasser, werden bedeckte Abzüge weitaus vorteilhafter sein, da die offenen Gräben zu viel Bodenfläche in Anspruch nehmen, die Kommunikation hemmen, wenn nicht mehrfache, meist kostspielige Überbrückungen ausgeführt werden, ferner den Winter über durch Gefrieren der Seitenwände unwirksam werden und einen zu großen Aufwand für die Instandhaltung eingefallener Ränder, für die Reinhaltung der Sohle vom Schlammabsatz und Pflanzenwuchs rc. erfordern.

Der Anlage der Grabenentwässerung muß eine genaue Ermittelung des Gefälles durch Nivellement vorausgehen, je welliger und anscheinend ebner das zu entwässernde Grundstück ist. Desgleichen muß zur Feststellung der Grabendimensionen unter Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit eine möglichst genaue Berechnung der abzuführenden Wassermengen, dann eine genaue Untersuchung der Vorflut vorgenommen werden, um den Abfluß des Wassers von dem zu entwässernden Grundstücke zu sichern. Zur unmittelbaren Sammlung des Wassers werden quer gegen das Hauptgefälle Auffangegräben mit mäßiger Neigung gezogen, welche das Wasser einem oder mehreren Ableitungsgräben oder Hauptableitungskanälen übergeben, die nach dem größten Gefälle ausgehoben werden.

Die Entfernung der Auffangegräben, welche zwischen 50—100 m schwankt, richtet sich nach dem Wassergehalt und der Beschaffenheit des Bodens. Je größer der

Wassergehalt und je bindiger der Boden, um so näher müssen die Gräben gezogen werden, wenn eine vollständige Entsumpfung erzielt werden soll.

Die Tiefe der Gräben, gewöhnlich 1—1½ m, entscheidet sowohl über die Kosten der Ausführung, als auch über den Bedarf an Bodenfläche. Zwei tiefe Gräben brauchen bei gleicher Sohlenbreite oft so viel Fläche, als drei flache Gräben. Bei der Bemessung der Grabentiefe hat man sich gegenwärtig zu halten, daß Wiesen keine so tiefe Senkung des Wasserspiegels benötigen, als wie Ackerfelder. Bei Ersteren kann es in dürren Sommern selbst erforderlich sein, das Wasser in den Gräben durch Hinderung des Abflusses mittelst eingesetzter Schleusen stehen zu lassen. Bei kapillarem Boden, wie Torfboden, und bei undurchlässigem Boden, wie Thon- und Lehmboden, ist die Grabentiefe größer zu nehmen, um eine ausgiebige Entwässerung zu ermöglichen, als wie bei wenig kapillarem und durchlässigem Sandboden. Die Sohle des Grabens wird gewöhnlich halb oder ganz so breit, als die Tiefe genommen. Bindiger Boden bedarf nur geringer, einfacher Böschung der Grabenwände in dem Verhältnis, daß auf den Meter Tiefe 1 m Ausladung (Dossierung) kommt. Bei lockerem Boden steigt die Dossierung auf 1,5—2 m und mehr für den Meter Tiefe. Die Dimensionen des Grabens oder das aus der Böschung, der Grabentiefe und der Sohlenbreite bestehende Querprofil berechnet man unter Berücksichtigung der erwähnten Umstände nach der Wassermenge, welche pro Sekunde abgeführt werden soll.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser abfließt, richtet sich nach dem Gefälle. Dasselbe ist als ausreichend zu betrachten, wenn auf 100 m Länge 0,7 m Gefälle kommt. Das geringste Gefälle, welches bei der Entwässerung noch benutzt werden kann, darf unter Voraussetzung größerer Wassermengen, nicht unter 0,03 m auf 100 m Länge herabgehen. Zu starkes Gefälle, welches der Erhaltung der Böschung und Sohle nachteilig werden kann, sucht man durch Windungen der Gräben abzuschwächen. Gefährdete Stellen können auch durch Faschinen und Steinschüttungen gesichert werden. Besonders zu vermeiden sind schroffe Uebergänge von einem starken zu geringerem Gefälle. Um das Gefälle nach jedem Ausputzen der Gräben leicht wiederherstellen zu können, pflegt man, als Anhaltspunkte, Holzschwellen in die Grabensohle einzulegen.

Die Richtung des Grabens soll möglichst geradlinig verlaufen. Erfordert die Terraingestaltung Biegungen, so müssen diese zur Verhütung von Schlammabsatz, bei starkem Gefälle zur Vermeidung von Einrissen, möglichst sanft ausgeführt werden. Aus den gleichen Ursachen soll die Einmündung zweier Gräben nach Thunlichkeit nur in spitzen Winkeln bewerkstelligt werden.

Mit der Ausführung der Gräben, welche vorher genau nach dem Nivellement durch Pflöcke abzustecken sind, beginnt man am tiefsten Punkte, indem man gleichzeitig die ausgehobene Erde zu Aufdämmungen verwendet oder gleichmäßig zu beiden Seiten des Grabens ausbreitet.

f. Die Entwässerung durch gedeckte Abzüge.

Die bedeutendsten Nachteile der offenen Gräben — der Bodenverlust und die Erschwerung der Bestellung — werden durch Anlage bedeckter Wasserabzüge vermieden. Diese Entwässerungsart ist jedoch viel kostspieliger, da ihr die vollständige Entwässerung durch offene Gräben vorausgehen muß. Ist diese ausgeführt, so

werden die Gräben mit den verschiedensten Materialien, welche wenig Raum beanspruchen, leicht und billig zu beschaffen sind und möglichst unverwüstlich und durchlässig sein sollen, von der Sohle aufwärts, bis zu einer gewissen Höhe, ausgefüllt und wieder mit Erde vollständig zugeworfen.

Bei der Anlage der gedeckten Abzüge (Unterdrains, Dohlen, Andauchen) werden zuerst Gräben, nach den oben angegebenen Grundsätzen, je nach der Bodenbeschaffenheit, auf 0,8—1,2 m Tiefe, mit einem mäßigen Gefälle von 0,2 m auf 100 m und nicht über eine Länge von 70—100 m ausgehoben. Mittlerweile hat man das Material, mit welchem die 0,15—0,30 m breite Grabensohle ausgefüllt werden soll, zugeführt. Mit dem Ausfüllen beginnt man jedoch erst dann, wenn das Wasser aus dem Graben abgelaufen ist. Die Arbeit des Ausfüllens nimmt man nicht, wie bei dem Ausheben der Gräben, am tiefsten, sondern am höchsten Punkt des Grabens in Angriff, um Verstopfungen durch einrollende Erde zu verhüten. Die Ableitungsgräben, in welche die gedeckten Auffangeabzüge einmünden, läßt man offen.

Das einfachste und billigste Füllmaterial gewähren die Feldsteine, welche vom Felde selbst, zur gleichzeitigen Säuberung desselben, aufgelesen werden. Die gröbsten Feldsteine, siehe Fig. 12, legt man in die Grabensohle, die feineren obenauf und schützt dann die 0,30—0,40 m hohe Steinlage vor einrollender Erde 2c. durch aufgelegte Rasenstücke, deren Wurzelseite nach aufwärts gekehrt wird. In Ermangelung von Feldsteinen benützt man Bach- oder Flußschotter, geschlägelte Bruchsteine, Schlacken, Ziegeltrümmer u. dgl., sofern ihre Zufuhr nicht zu kostspielig ist.

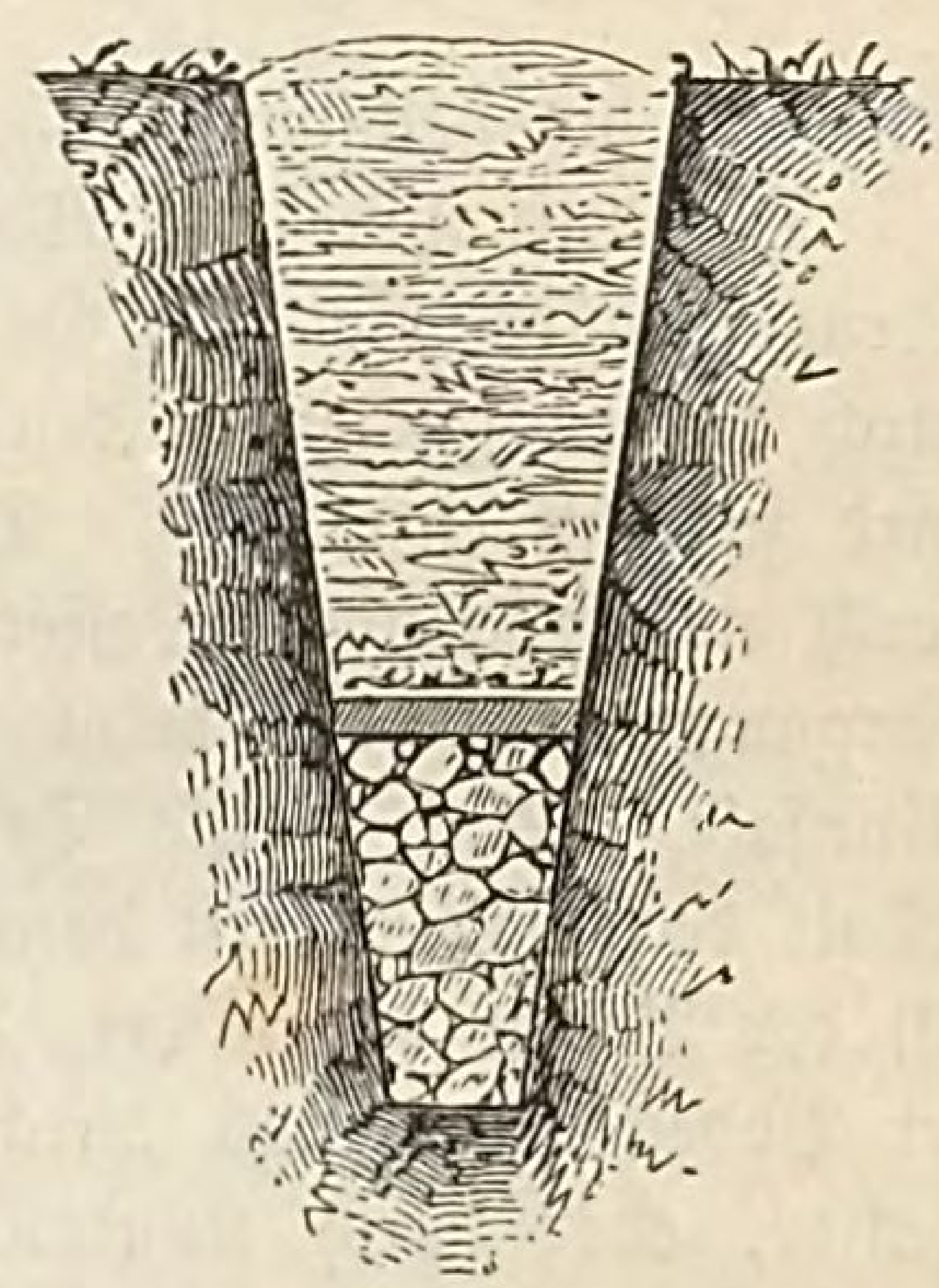


Fig. 12. Unterdrain aus Feldsteinen.

Sind billige Bruchsteine zu erhalten, so werden diese in der Grabensohle entweder dachförmig, oder thorartig zusammengestellt, und der verbleibende Grabenraum zuerst mit Rollsteinen, dann mit Rasenstücken und zuletzt mit Erde wieder ausgefüllt. Den rohen Boden bringt man in die Tiefe des Grabens und den fruchtbaren nach aufwärts. In ähnlicher Weise, wie die Bruchsteine, können gebrannte Mauerziegel, Hohl- und Flachziegel verwendet werden. Seit der Einführung der Röhrendrains werden jedoch die kostspieligen, gedeckten Abzüge nur mehr selten angewendet.

In sumpfigen Moor- und Torfgründen bildet man Abzüge von hohl zusammengestellten, gepreßten Torfziegeln, hohlgestochenen Torfstücken, gepreßten Torfröhren, oder durch Einschieben von abgestumpften Torfkeilen in den Graben, unter welchen ein hohler Raum verbleibt. Für solchen schwammigen, weichen Boden, in welchem schweres Steinmaterial versinken würde, eignen sich auch Abzüge von Reisigbündeln,

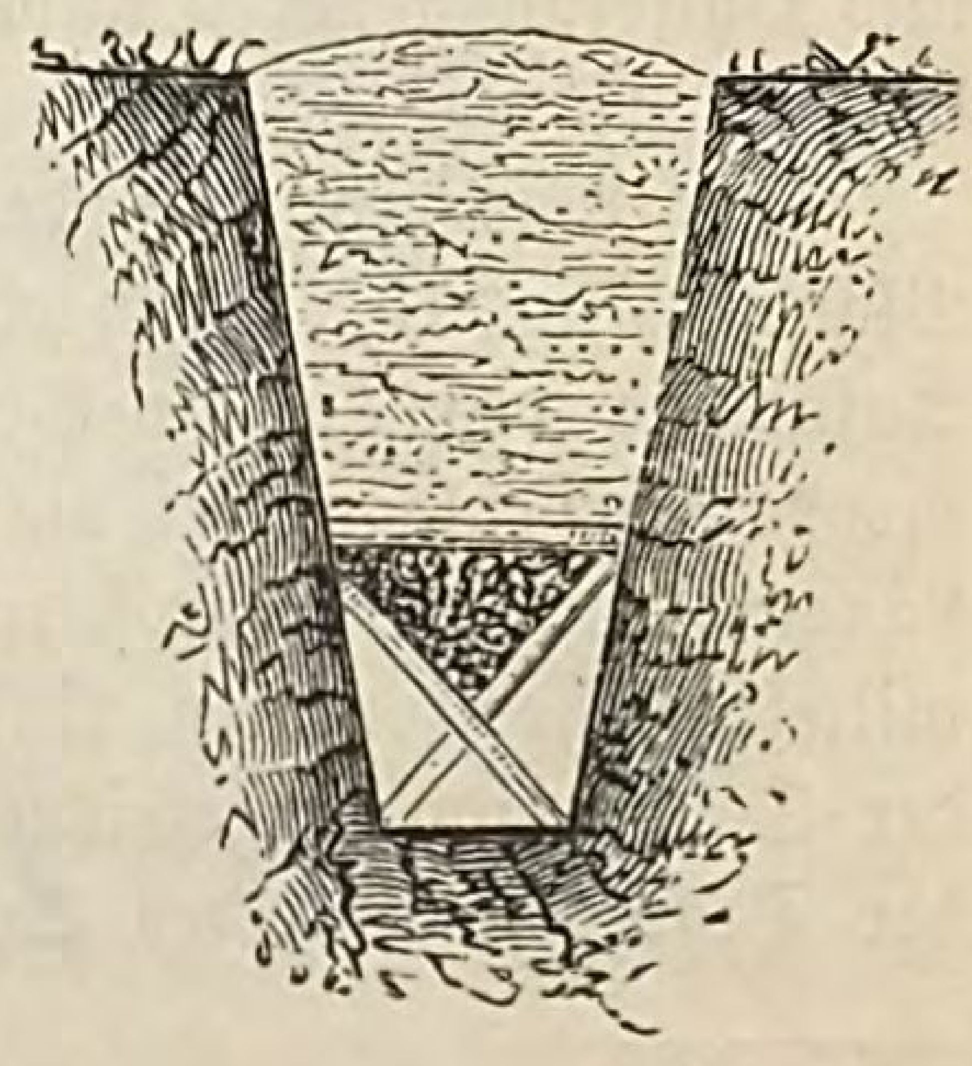


Fig. 13. Unterdrain aus Faschinen mit Kreuzhölzern.

oder von 20—30 cm dicken Faschinen, welche in die Gräben eingelegt werden. Die Dauerhaftigkeit (50—60 Jahre) und Leistungsfähigkeit derartiger Abzüge wird wesentlich erhöht, wenn man sie in der Weise herstellt, daß man 0,5—0,75 m lange Erlenschwellen über Kreuz in die Grabensohle stellt, Fig. 13, und den oberen, sich ergebenden Raum mit Reisig oder Faschinen ausfüllt und durch Rasenstücke abschließt.

g. Die Röhrendrainage.

Im Jahre 1851 kam von England aus die Entwässerung durch ein System von Röhrenleitungen, welche in einer gewissen Tiefe in den Boden gelegt werden, in Aufnahme. Die Röhrenstränge nehmen das Wasser entweder unmittelbar aus dem Boden auf, sie heißen dann Saugdrains, oder sie führen das von vielen Saugdrains gesammelte Wasser, als Sammeldrains, welche wieder in einen meist offenen Graben (Vorflut) münden, von dem Felde fort. Jeder Strang besteht aus einer Reihe mit den Öffnungen aneinander gelegter, gebrannter Thonröhren, Fig. 14, von 0,20 bis höchstens 0,45, gewöhnlich 0,30 m Länge.

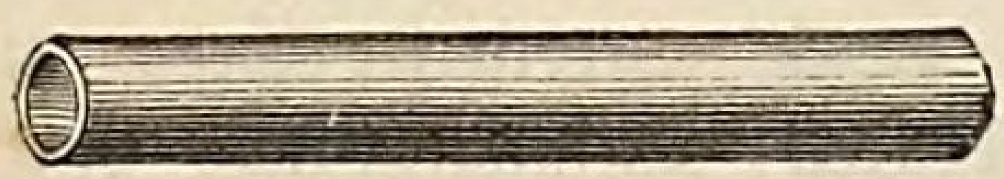


Fig. 14. Drainröhre.

Die Aufnahme des Wassers aus dem Boden erfolgt nur in sehr geringer Menge[1]) durch die 1—2 cm starke Thonwand der Röhren, der größte Teil dringt durch die Stoßfugen in den Röhrenkanal. Die an der Stoßfuge anliegende Erde wird zunächst entwässert. Die entwässerte Bodenpartie erhält dann von oben her durch nachdrückendes Wasser stets neue Feuchtigkeit zugeführt. Während dieses Vorganges entstehen beim Durchsickern des Wassers zahlreiche Klüfte und kleine Rinnsale. Neu gelegte Drainstränge werden daher, bei ausreichendem Wassergehalt des Bodens erst dann vollfließen, wenn sich jene Rinnsale gebildet haben. Ist der Boden entwässert, so laufen die Drainzüge erst dann wieder, wenn sich der Boden neuerdings durch das Steigen des Grundwasserspiegels, durch Regenwasser, oder durch Kondensierung von Wasserdampf bei plötzlichem Temperaturwechsel, mit Wasser gesättigt hat.

Je höher die Wasserschichte ist, welche sich über einem Röhrenstrange befindet, je durchlässiger der Boden, um so schneller wird das Wasser bei dem vermehrten Druck zum Abflusse gelangen. Die Höhe der zu entwässernden Bodenschicht, das verfügbare Gefälle und die Beschaffenheit des Bodens werden daher die Tieflage und Entfernung der Drains, das Röhrenkaliber und die Art der Ausführung bedingen.

Der Ausführung der Drainanlage muß die Ausarbeitung eines genauen Planes, Fig. 15, vorangehen. Derselbe stützt sich bei kleineren Anlagen auf die Aufnahme des Terrain-Gefälles nach horizontalen Linien von allmählich abnehmender Höhenlage, bei umfangreicheren Anlagen auf die genaue Erhebung von Längen- und Querprofilen. Senkrecht auf die durch das Nivellement ausgemittelten, horizontalen Linien, d. h. im größten Gefälle wird nun die Richtung der Saugdrains eingezeichnet. Bei dieser Anordnung kann sich die Wirksamkeit der Drains nach beiden Seiten hin erstrecken. Dieselbe wird sich am günstigsten

[1]) Nach den Untersuchungen von Krocker-Proskau läßt eine 0,31 m lange, 39,6 mm weite Röhre in 24 Stunden im scharf gebrannten Zustande nur 1,6—3,3 dg Wasser durch.

äußern, wenn das eingehaltene Gefälle nach Möglichkeit 0,25 oder 0,30 : 100 beträgt. Ist das natürliche Gefälle zu gering, so hilft man sich damit, daß man das Kopfende der Drains seichter, das entgegengesetzte Ende tiefer in den Boden legt. Bei der glatten Innenwand der Röhren genügt übrigens das geringe Gefälle von 0,06 : 100, um das Wasser zum Ablaufen zu bringen.

Die einzelnen Drainstränge werden nach Thunlichkeit parallel und zur Vermeidung unnötiger Kosten geradlinig angeordnet. Man drainiert nicht bis an die Grenze des Grundstückes, sondern beginnt mit dem Kopfende der Züge erst 4,5—5 m entfernt von derselben. Baumreihen, Alleen u. dgl. geht man gleichfalls aus dem Wege, um das Eindringen von Wurzeln in die Drainröhren zu verhüten. Von benachbarten Grundstücken eindringende Wässer werden durch einen eigenen, längs der gefährdeten Grenze gezogenen Drainstrang, den **Kopfdrain**, abgeleitet. Die Länge der Drainstränge bestimmt man für gewöhnlich nicht über 300 m. Nur bei stärkerem Gefälle und größerem Röhrendurchmesser kann darüber hinausgegangen werden. Erfordert das Terrain längere Saugdrains, so müssen diese durch querlaufende Sammeldrains unterbrochen werden.

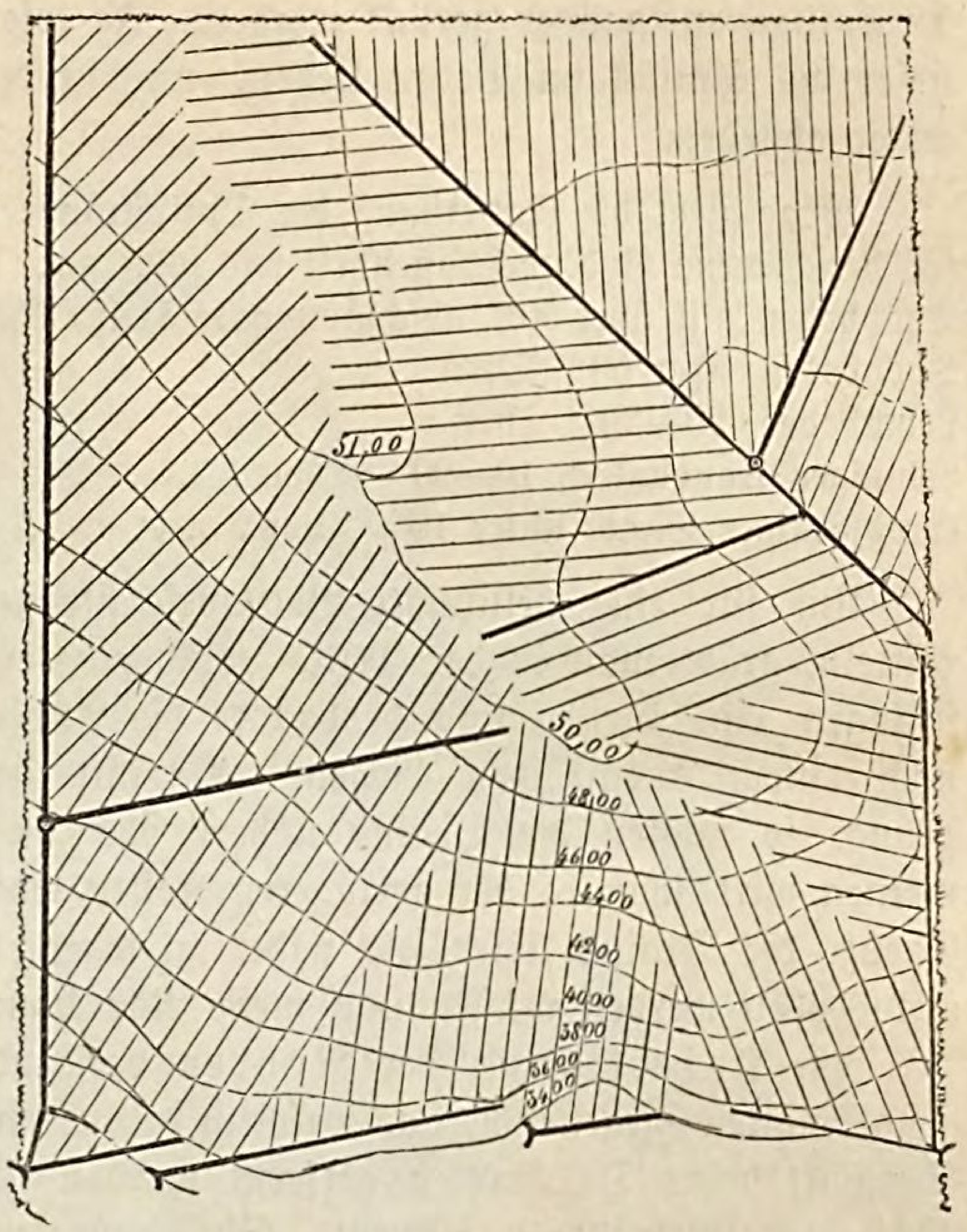


Fig. 15. Plan eines drainirten Feldes. — Die den krummen Horizontallinien beigesetzten Ziffern sind Niveauzahlen. Die geraden, feinen Linien entsprechen den Saug-, die dicken den Sammeldrains.

Die Sammeldrains, in welche eine Mehrzahl von Saugdrains einmünden, werden an den tiefsten Stellen des Terrains angeordnet. Sie erfordern wegen der größeren Wassermenge, welche sie ableiten, ein größeres Röhrenkaliber, dafür aber ein geringeres Gefälle von 0,5 : 1 000. Bei größeren Drainsystemen werden mehrere Sammeldrains mit einem, wegen der größeren abzuführenden Wassermasse offenen Hauptableitungsgraben in Verbindung gebracht.

Je seichter und undurchlässiger der Boden, um so tiefer müssen die Drains gelegt werden. Die gewöhnliche Tiefe beträgt 1,25—1,5 m; ausnahmsweise legt man sie jedoch auch auf 0,9—2 m Tiefe. Jedenfalls müssen sie so tief liegen, daß sie der Frosteinwirkung entrückt und durch die Ackergeräte, welche den Boden bearbeiten, weder aus ihrer Lage gebracht, noch beschädigt werden.

Die **Entfernung** der Saugdrains, welche mit der Tieflage vorzugsweise die Kosten der Ausführung bestimmt, richtet sich nach dem Wassergehalt des Bodens und dem Widerstande, welchen die Bodenart dem Durchsickern des Wassers entgegenstellt. Je feuchter und bindiger der Boden, um so näher müssen die

Drainzüge aneinander gerückt werden. Je loser und trockener der Boden und je tiefer die Drains im Boden liegen, um so weiter können die Stränge von einander abstehen.

Wäge giebt die Entfernung der Drainstränge in m bei 1,25 m Tieflage der Röhren für verschiedene Bodenbeschaffenheit wie folgt an:

Thonboden mit über 50% abschlämmbare Teile (Thon) in hoher Gebirgslage	7,50— 9,50
Thonboden, über 50% Thon	9,50—11,30
Lehmboden, 20—30% Thon	11,30—18,00
Lehmiger Sandboden, 10—20% Thon	18,00—22,50
Grobkörniger Sand, unter 10% Thon	22,50—36,00

Um für eine bestimmte Bodenbeschaffenheit die richtige Entfernung zu ermitteln, gräbt man in der Mitte zwischen zwei, vollkommen ausgeführten Probesträngen eine Grube und beobachtet die Änderungen im Wasserstande, besonders nach einem ausgiebigen Regen. Versinkt das Wasser nicht, oder nicht rasch genug, so müssen die Drains näher, oder auch tiefer gelegt werden. Im allgemeinen wird man es der geringeren Kosten wegen vorziehen, bis zu einer gewissen Grenze die Drains tiefer, als näher zu legen, da im letzteren Falle mehr Gräben ausgehoben werden müssen und mehr Röhrenmaterial verbraucht wird.

Zur Anfertigung der Röhren verwendet man gut durchgearbeiteten und geschlämmten Ziegellehm, aus welchem alle Steinchen und Konkretionen mit größter Sorgfalt beim Durchtreten entfernt worden sind. Derselbe wird dann in einer Presse zu Drainröhren geformt. Eine doppeltwirkende, auf zwei entgegengesetzten Seiten Röhren erzeugende Presse soll in zehn Arbeitsstunden wenigstens 1 500 bis 2 000 m 40 mm weite Röhren liefern. Aus 1 cbm Thon werden 1 294 Stück 40 mm weite Röhren im Gewichte von 10—12 mctr pro Tausend gefertigt. Für Menschenkraft sind einfach wirkende Röhrenpressen ungeachtet ihrer geringeren Leistungsfähigkeit vorzuziehen. Eine gute Röhrenpresse muß die Röhren vollkommen rund, mit möglichst glatten Innenwänden, von gleichmäßiger Dicke, ohne Blasen und Streifen liefern. Sie muß durch Benutzung verschiedener Preßschablonen die Erzeugung verschieden weiter Röhren möglich machen. Die in einem Strange aus der Presse hervortretenden Röhren sollen möglichst scharf und ohne verbogen oder zusammengedrückt zu werden in Stücke von der erforderlichen Länge zerschnitten werden können. Zu den vorzüglicheren Konstruktionen von Drainröhrenpressen gehören die Maschinen mit intermittierender Wirkung von Whitehead, Fig. 16, welche auch von der Aktienfabrik landwirtschaftlicher Maschinen zu Regenwalde gebaut werden, von Jordan ꝛc. Kontinuierlich wirkende Röhrenpressen sind weniger verbreitet.

Die von der Maschine gelieferten Röhren werden sorgfältig auf Lattengerüsten getrocknet, wenn erforderlich durch Hin- und Herrollen auf einer glatten Tischfläche gerundet, nach dem Trocknen stehend in einen Ofen eingesetzt und sorgfältigst gebrannt. Die gebrannte Röhre muß in ihrer Form wohl erhalten sein und beim Anschlagen hell klingen.

Die Röhren für Saugdrains werden mit einem Durchmesser im Lichten von 30—50, gewöhnlich von 40 mm hergestellt. Bei langen Leitungen verwendet man anfangs Röhren mit geringerer Weite und gegen Ende der Leitung, je mehr die Wassermenge zunimmt, Röhren größeren Kalibers. Zu Sammeldrains

nimmt man Röhren von 52—150 mm Durchmesser. Reicht auch diese Dimension nicht mehr aus, um das abfließende Wasser aufzunehmen, so legt man, zur Vermeidung noch größerer und daher kostspieliger Röhren, doppelte oder selbst auch

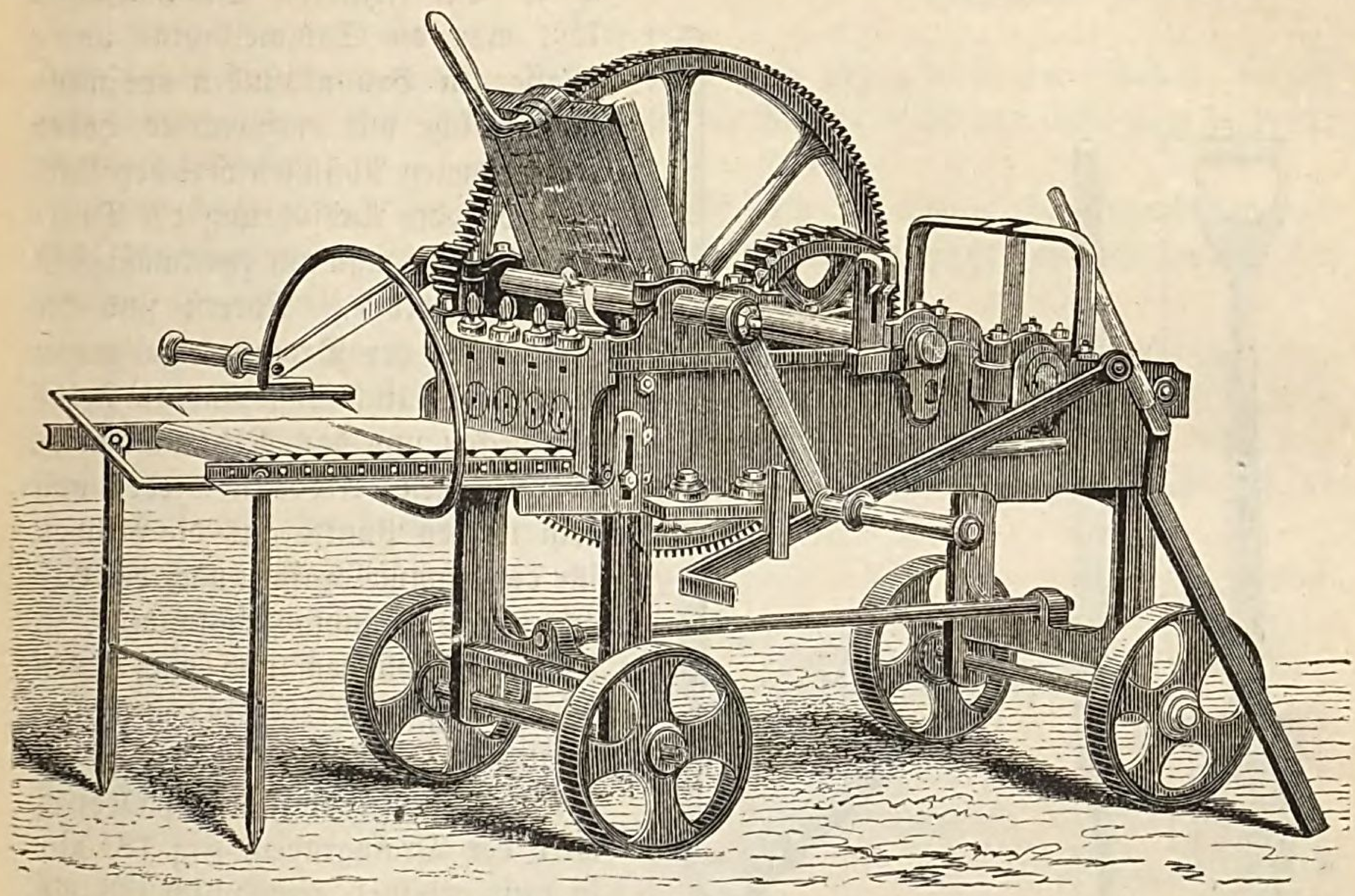


Fig. 16. Einfachwirkende Drainröhrenpresse nach Whitehead. — Gewicht 1 000 kg, Preis mit Sicherheitsapparat, Abschneidetisch, Thonsieb und 4 Röhrenformen von 40 bis 100 mm Durchmesser, nebst 4 Röhrenleggabeln 500 M., 250 fl.

dreifache (zwei unten, eine oben) Reihen von Röhren. Die Einmündung der Saugdrains in die gewöhnlich 26—52 mm tiefer gelegten Sammeldrains, Fig. 17, wird durch Einhauen von korrespondierenden Löchern in die aufeinander gelegten

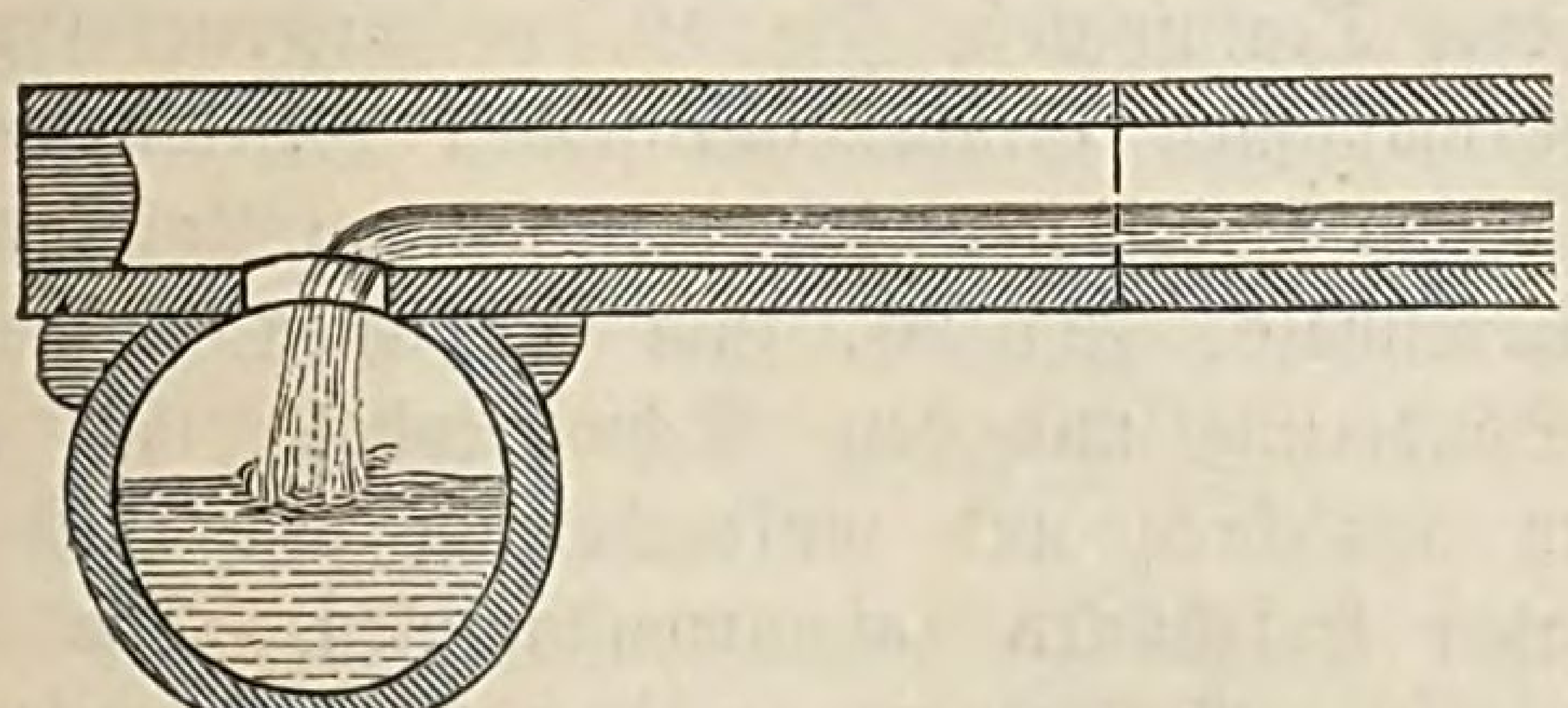


Fig. 17. Einmündung eines Saugdrains in einen Sammeldrain.

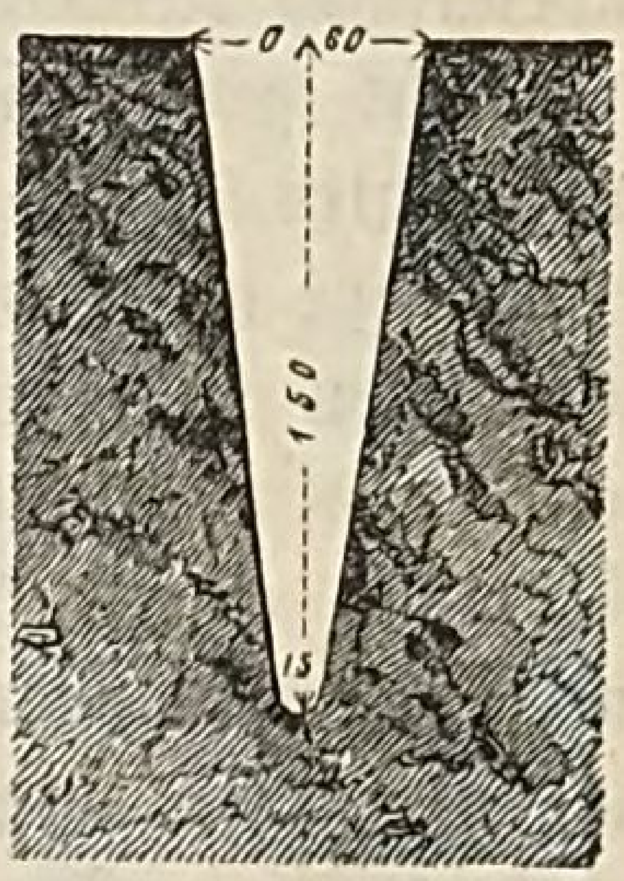


Fig. 18. Querschnitt durch einen Sammeldrain-Graben.

Drainstränge, oder bei sorgfältiger Ausführung durch Kniestücke vermittelt, welche an die Röhren der Sammeldrains angesetzt werden. Damit der Frost die Ausmündungen der Sammeldrains in die Hauptableitungsgräben nicht zerstört, pflegt man am Ende der Leitung aus Mauerziegeln einen entsprechend weiten Kanal

herzustellen. In holzreichen Gegenden läßt man die Sammeldrains in Holzröhren ausmünden. In jedem Falle versorgt man die Ausmündungen mit engen Drahtgittern, damit ein Verstopfen durch hineinkriechende kleine Tiere hintangehalten wird. Bei kleineren Drainanlagen läßt man die Sammeldrains unter Wasser in Brunnenstuben ausmünden, welche mit entsprechend höher angeordneten Abflüssen versehen sind.

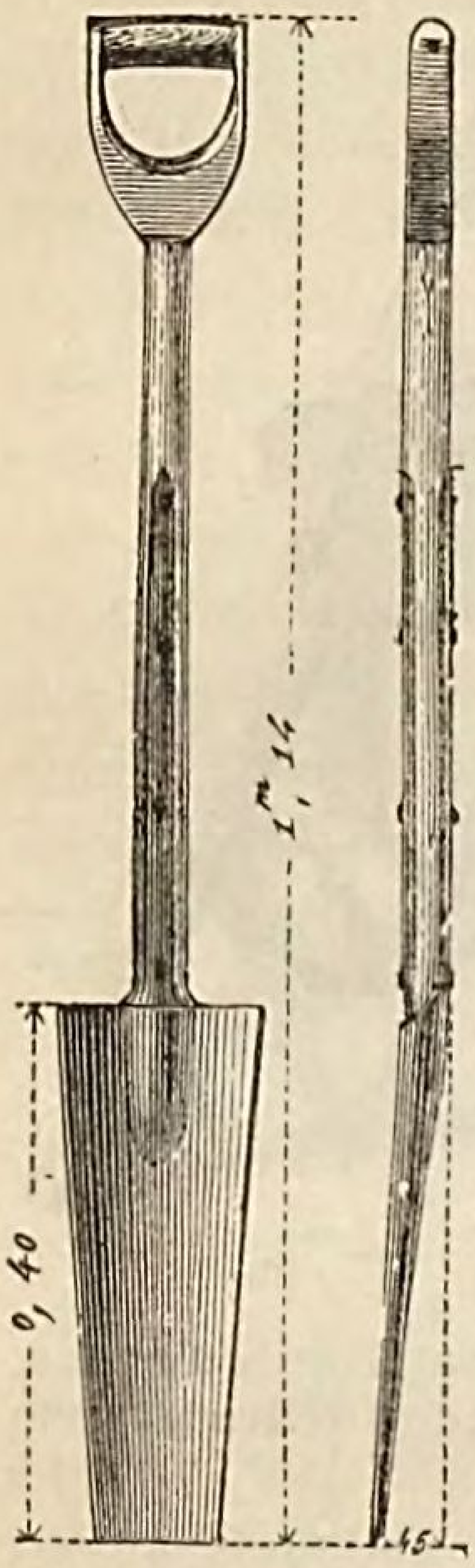


Fig. 19. Englischer Drainspaten.

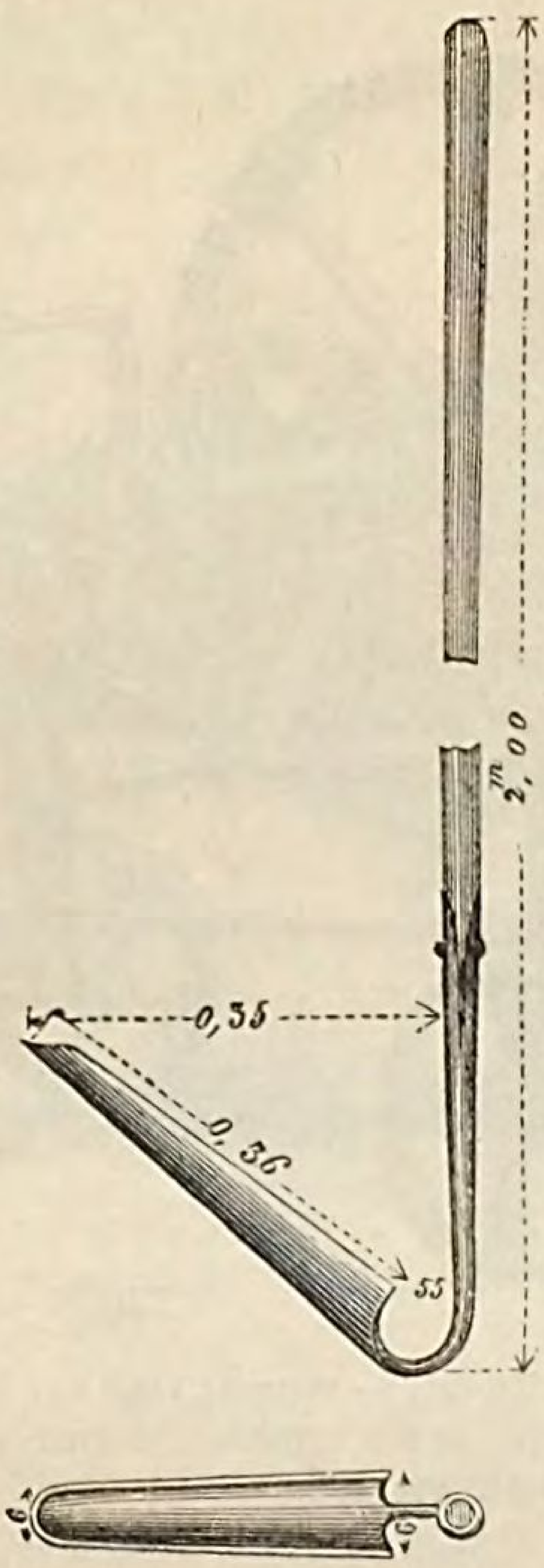


Fig. 20. Schwanenhals.

Mit der Ausführung der Drainage beginnt man am zweckmäßigsten im Spätherbste. Vorerst sind die Richtungen der Drainstränge genau nach dem Drainierungsplan am Felde abzustecken und das Röhrenmaterial vorzubereiten. Alsdann werden von dem tiefsten Punkte aus die Gräben für die Sammeldrains, nach der Eröffnung des Hauptabzugskanales, in Angriff genommen und nach deren Vollendung die Gräben zu den Saugdrains ausgehoben.

Zur Vermeidung unnötiger Kosten wird der Draingraben, Fig. 18, nur so weit geöffnet, gewöhnlich 0,3 bis 0,6 m, daß der Arbeiter noch die tieferen Grabenteile ausschachten kann. Die Grabensohle wird nur so schmal (4—15 cm) ausgehoben, daß gerade die Drainröhre Platz findet. Wesentlich erleichtert wird die Grabenarbeit durch die Verwendung englischer Draingeräte. Ein Satz solcher Geräte besteht gewöhnlich aus drei Drainspaten, Fig. 19, verschiedener Größe, deren verjüngtes Blatt den zweckmäßigsten Grabendimensionen bei bindigerem Boden angepaßt ist, ferner aus einem Hohlspaten für den festeren Untergrund, 2 Schaufelhaken und dem Schwanenhals, Fig. 20, zum Entfernen der abgebröckelten Erde. Anstatt der Säuberung mit dem Schwanenhals läßt man die Sohle mit einem Reisigbesen auskehren und muldenförmig mit rund geschnittenen, an Stangen befestigten Holzstücken zusammenstampfen. Die ausgehobene Erde wirft man auf den einen Grabenrand, während mittlerweile die erforderlichen Drainröhren auf den anderen aufgeschichtet werden.

Mit dem Legen der Röhren beginnt man am tiefsten Punkte des Terrains. Die Röhren werden entweder mit der Hand, oder dem Legehaken in die Grabensohle gebracht und sorgfältig an einandergestoßen. Im sehr feinsandigen, sich verschlämmenden Boden, schützt man die Stoßfugen mit kurzen, über die Drainröhren geschobenen Röhrenstücken von größerem Durchmesser, den Muffen, Fig. 21. Für gewöhnlich läßt man die Muffen weg, da sie die Anlage nicht nur verteuern,

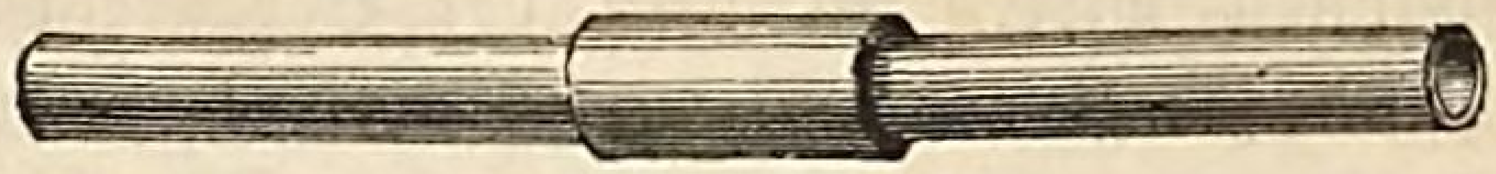


Fig. 21. Zwei durch eine Muffe verbundene Drainröhren.

sondern auch das Einströmen des Wassers durch die Stoßfugen hemmen. Bei lockerem Erdreich schiebt man kleine Brettchen unter die Röhren oder spreizt sie zur Sicherung ihrer Lage gegen die Grabenwand. Gleich nach dem Legen wird der Graben mit der zur Seite gelegten Erde vorsichtig, damit die Röhren nicht aus ihrer Lage kommen, wieder zugefüllt.

Die Kosten der Drainage richten sich nach den Kosten der Erdarbeiten und dem Materialverbrauche. Für letzteren ist die Entfernung und das Kaliber des Drains maßgebend.

Bei 10 m Entfernung der Drainzüge beträgt z. B. die Grabenlänge für 1 ha 1000 m, wofür samt Einrechnung der gebrochenen Röhren rund 2860 Stück 0,35 m lange Röhren notwendig sind. Das Tausend gebrannter Röhren kostet je nach dem Röhrendurchmesser 15—30 *M.* Die Kosten für einen bindigen Lehmboden stellen sich für ein Hektar auf folgende Summen:

Nivellement, Planaufstellung 2c.	5 *M.*
1000 m Graben ausschachten à 8 *Pf.*	80 „
2520 Stück 0,35 m lange Röhren von 40 mm Durchmesser, pro Tausend 15 *M.*	38 „
340 Stück 0,35 m lange Röhren von 80 mm Durchmesser, pro Tausend 30 *M.*	10 „
Röhrenlegen und Verschütten à m 3,5 *Pf.*	35 „
4 Gespannstage zum Röhrenzuführen 2c. à 5 *M.*	20 „
Technische Leitung, Aufsicht 2c. 5% des vorigen Kapitalsaufwandes	9 „
pro 1 ha in Summa	197 *M.*

Bei größerer Drainentfernung, leichterer Grabenarbeit verringern sich die Kosten pro ha auf 100 *M.* (50 fl.), steigern sich jedoch unter schwierigen Verhältnissen bis auf 300 *M.* (150 fl.) und mehr. Bei der langen Dauer der Drainanlage verteilen sich diese Kosten auf eine Reihe von Jahren; es beläuft sich daher der Jahresaufwand nur auf 5 % Zins und 2 bis höchstens 3 % Amortisation und Reparatur, d. i. auf 7—24 *M.* (3,50—12,00 fl.). Diesem jährlichen Aufwande stehen geringere Bestellungskosten und durch die Drainage herbeigeführte Mehrerträge gegenüber, welche sich jedoch erst zwei, drei Jahre nach der Anlage in ihrer vollen Wirkung zeigen, dann aber 30, 60 bis 200 % des Ertrages vor dem Drainieren erreichen. Soll die Erhöhung der Fruchtbarkeit bleibend sein, so muß die Drainage nicht nur stets wirksam erhalten werden, sondern es muß auch ausreichender Düngerersatz für den durch die Drainage hervorgebrachten schnelleren Umsatz der Bodennährstoffe geboten werden.

Die meiste Veranlassung, die Drainage unwirksam zu machen, geben die Verstopfungen der Drainzüge durch Pflanzenwurzeln, Tiere und Schlammabsatz. Dieselben können nur durch Aufreißen der Gräben und Erneuern der Drainzüge behoben werden. Um solche kostspielige Reparaturen möglichst hintanzuhalten, wird man daher schon bei der ersten Anlage auf die Möglichkeit von Verstopfungen Rücksicht zu nehmen haben. Sind z. B. bei Torfboden oder kalkreichen Bodenarten Schlammabsätze von kohlensaurem Kalk und Eisenoxydhydrat zu erwarten, so wähle man von vornherein ein engeres Röhrenkaliber, damit durch stetes Vollfließen der Röhren der Luftzutritt, welcher das Absetzen dieser Niederschläge bewirkt, ausge=

schlossen wird. Ist nach der Bodenbeschaffenheit eine Verstopfung durch feinen Triebsand zu befürchten, so wird diese Gefahr durch Auflegen von Moosstücken, Dachpappe oder einer schwachen Thonschichte auf die Röhren oder nur auf die Stoßfugen beseitigt. Die Verstopfung der Drains durch Wurzeln tritt besonders häufig ein, wenn das Grundstück mit Rüben bebaut wird. Ebenso wachsen die Wurzeln mancher Bäume, wie der Pappel, der Linde ꝛc., gern in die Drainröhren hinein. Gegen dieses Verstopfen sichert die Wahl größerer, meist nicht voll laufender Röhren, da in wasserleere Räume die Pflanzen nicht hineinwachsen. Dagegen treten wieder in nicht voll fließenden Röhren leichter Verstopfungen durch Algenfäden (Confervae conjugatae) ein.

Unter allen Umständen bleibt die Drainage, welche auch zur Entwässerung von Gebäuden, Eisenbahndämmen ꝛc. angewendet werden kann, für feuchte Lagen und Bodenarten eine der empfehlenswertesten Bodenmeliorationen. Durch die Drainage werden die Vorteile der Entwässerung am sichersten erreicht. Sie wird in ihrer Wirksamkeit für gewisse Fälle nur noch von der Drainbewässerung übertroffen. Diese Melioration, sowie die Bodenbewässerung, wird jedoch erst Band II: „Pflanzenbaulehre“ im Kapitel: „Der Wiesenbau“ besprochen werden.

2. Das Beseitigen der Steine.

So wertvoll veränderliche Gesteinstrümmer im Boden sind, so können dieselben doch als Haftsteine die Bodenbearbeitung erschweren, oder durch massenhaftes Auftreten ungünstige Bodenzustände bedingen. Je mehr Steine im Boden sind, um so weniger fruchtbare Erde ist vorhanden und um so schwieriger wird die Ausführung der Kulturoperationen des Pflügens, Mähens ꝛc. In einem strengen Thonboden soll man jedoch beim Entfernen der Steine (S. 47), welche hier zur Lockerung des Bodens beitragen können, nur sehr vorsichtig vorgehen.

Am hinderlichsten sind Haftsteine oder zu Tage tretende Felsen. Dieselben können nur durch Sprengen mit Pulver oder Dynamit beseitigt werden.

Lose Steine werden mit der Hand aufgeklaubt, bei massenhafterem Vorkommen mit dem Hand- oder Pferdesteinrechen gesammelt, welcher mit seinen weitgestellten Zinken nur die größten Steine aufnimmt und die unschädlicheren kleinen zurückläßt. Die gesammelten Steine können entweder als Bau-, Schottersteine, oder zur Ausfüllung der Gräben von gedeckten Steinabzügen, oder schließlich zur Einfriedigung kleinerer Parzellen verwendet werden.

Sind die Steine so groß, daß sie selbst mit Steinwagen nicht fortgeschafft werden können, so erübrigt nur die Verkleinerung oder das Versenken durch Sprengen. Es wird dann neben dem Stein eine so tiefe Grube ausgehoben, daß der Stein, hineingewälzt, mindestens 0,6 m unter die Bodenoberfläche kommt.

3. Die Bindung von Sandschollen.

Bei der Kulturbarmachung von Sandschollen, Flugsandfeldern hat man vor allem den Sand zum Stehen zu bringen. Es wird dies durch Bedecken mit Rasen- oder Torfstücken, mit Strauch- oder Reisholz, durch Einflechten von Strohzöpfen, durch Aufpflügen oder durch Koupierzäune und Schutzwälle erreicht.

Bei geringerer Beweglichkeit des Flugsandes genügt ein Bedecken mit Torf oder Rasenstücken, um den Boden feuchter zu halten und dadurch seine Beweglichkeit zu vermindern. Häufig verwendet man zum Bedecken Kiefernreisig, welches

je nach der vorhandenen Menge über die ganze Sandscholle oder nur streifenweise quer gegen die Richtung des Windes so verteilt wird, daß die Gipfel des Reisig vom Winde abwärts zu liegen kommen. Der bedeckte Boden kann vom Winde nicht gehoben werden. Zuweilen wird die Bindung des Sandes dadurch erreicht, daß man streifenweise mit dem Pflug zwei Furchen in Kämme zusammenwirft und zwischen die Pflugfurchen Reisig, Strohwische u. dgl. steckt. Mit dem Aufwerfen der Kämme oder dem streifenweisen Bedecken mit Rasenstücken, Reisig ꝛc. wird man an der am meisten gefährdeten Seite beginnen. Gewöhnlich sind die austrocknenden Südostwinde am verderblichsten.

Bei größerer Beweglichkeit der Sandschollen stellt man Koupierzäune im stumpfen Winkel gegen die herrschende Windrichtung in Entfernung von 20—40 m auf, indem man reihenweise 1,5 m lange Stöcke einschlägt, zwischen welche Reisig eingeflochten wird. Durch dieselben wird der Wind von dem Boden fern gehalten, oder der Sand an der durch die Zäune gebildeten Wand angehäuft und nicht fortgeweht. Bei ausgedehnteren Sandschollen, welche nur nach und nach von den am meisten gefährdeten Stellen aus gebunden werden können, errichtet man jedoch in größeren Entfernungen, auch querüber Koupierzäune, um auch die heftigen Nordwinde abzuhalten.

Ist der Sand zum Stehen gebracht, so wird der Boden zur dauernden Befestigung mit Gräsern und dann mit Holzpflanzen, oder gleich mit Holzpflanzen besäet oder bepflanzt. Auf Flugsandfeldern gedeihen: Sandroggen (Arundo arenaria), Sandhaargras (Elymus arenarius L.), Sandsegge (Carex arenaria L.), amerikanisches Buffalogras (Buchloë dactyloides) ꝛc. Zur Aufforstung eignen sich: Meerstrandskiefer (Pinus maritima Lamb.), österreichische oder Schwarzkiefer (Pinus austriaca Tratt.), Pappeln, Weiden, Akazien, Ailanthusbäume, Besenstrauch (Sarothamnus scoparius Wim.), Ginster (Genista) ꝛc. Die Wurzeln der Bäume halten den Boden zusammen; außerdem wird durch den Blätterabfall eine schützende Humusdecke gebildet. Aufgeforstete Flugsandfelder verlangen jedoch eine beständige Schonung vor Weidegang und Streurechen, das Stockroden hat zu unterbleiben. Die Fällung selbst ist vorsichtig, plänterweise zu leiten.

Ähnlich wie die Sandschollen werden auch die Meeresdünen befestigt, mit Sandroggen und Sandhafer bepflanzt, welche mit Sand überschüttet, sich um so lebhafter weiter entwickeln. Die Saaten schützt man vor den austrocknenden Sonnenstrahlen durch Bedecken mit Strauchwerk und vor dem Verwehen durch Errichtung von 1 m hohen, gegen die herrschende Windrichtung gestellten Flechtzäunen. Sobald sich die Düne über den Bereich der Sandanschüttung von dem Meere aus erhoben hat, wird schließlich zur Besamung mit Ginster (6—8 kg pro ha) und zur Aufforstung mit Meerstrandskiefern (18—20 kg pro ha) geschritten.

4. Das Bodenbrennen.

Ein zäher, steiniger Thonboden ist in einem feuchten, kalten Klima ungeeignet für die Pflanzenvegetation. In einem solchen Boden befinden sich die Pflanzennährstoffe im nicht aufnahmsfähigen Zustande; die Nährstoffe, welche durch die Düngung in den Boden gelangen, können wegen der ungünstigen nassen, kalten Bodenbeschaffenheit nicht zur Wirkung gelangen. Zur Verbesserung dieser ungünstigen Eigenschaften, besonders zur Verringerung der Wärmekapazität, empfiehlt

sich das Brennen des Bodens, eine Kulturoperation, welche in England, seit 1820 von Beatson empfohlen, vielfach zur Ausführung gelangt.

Durch das Brennen verliert der Thon sein Hydratwasser und die Fähigkeit mit Wasser eine plastische Masse zu bilden. Es verringert sich seine wasserfassende und wasserhaltende Kraft und damit auch seine Wärmekapazität. Gebrannt zerfällt der Thon in ein Pulver, welches, dem ungebrannten Thonboden beigemengt, auf diesen ähnlich wie beigemengter Sand, lockernd, austrocknend, und daher indirekt auch erwärmend einwirkt. Brennt man den Thon, besonders kalkhaltigen, zu stark, so sintert er zu steinharten Klumpen zusammen, da der Kalk mit der Kieselerde und einem Teil der Alkalien zu einem unlöslichen Doppelsilikat (Glas) zusammenschmilzt. Bei richtig geleitetem Erdbrennen werden jedoch durch den Kalk die unlöslichen Silikate aufgeschlossen, indem der Kalk an die Stelle der Alkalien tritt und diese löslich macht. Bei einem kalkarmen Thon wird daher die Wirksamkeit des Brennens durch eine Kalkbeimischung erhöht.

Durch das Brennen des Thonbodens werden nicht nur dessen physikalische Eigenschaften günstig beeinflußt, sondern auch unlösliche Mineralbestandteile, besonders Kali, Kieselsäure und bei Vorhandensein von organischen Resten auch Phosphorsäure aufgeschlossen und für die Pflanzen aufnehmbar gemacht. Das Eisenoxydul, welches in einem feuchten Boden leicht nachteilig werden kann, wird durch das Brennen, wie die Rotfärbung des gebrannten Thones erkennen läßt, oxydirt, in Eisenoxyd umgewandelt und damit auch die Absorptionsfähigkeit des Bodens für die Phosphorsäure erhöht. Durch das Brennen werden manche Larven schädlicher Insekten, sowie Unkrautsamen und Unkräuter vertilgt, welche letztere durch ihre Asche den Boden bereichern. Schließlich wird der Vorrat an Pflanzennährstoffen durch die Asche der zum Thonbrennen verwendeten Brennmaterialien vermehrt. Ein Nachteil des Brennens ist die Zerstörung des Humus und mit diesem der so wichtigen Stickstoffverbindungen des Bodens.

Der Thon wird entweder gleichmäßig vom ganzen Feld in dünner Schichte abgeschält, oder nur von unkultivierten Feldrändern ausgestochen und vor dem Brennen etwas abtrocknen gelassen. Bei dem Brennen in gemauerten Öfen werden die abgeschälten Thonstücke auf das brennende Feuerungsmaterial allmählich aufgelegt. Brennt man in Feldöfen, so wird ein viereckiger Raum mit Rasenstücken eingeschlossen, nachdem vorher am Grunde mit Rasenstücken ausgelegte Gräben als Luftzüge ausgehoben wurden. Das Brennmaterial: Reisig, Torfstücke, Holzabfälle 2c. wird über den Gräben aufgehäuft, angezündet und allmählich mit ausgetrockneten Thonschollen belegt. Nach dem Brennen wird der Ofen und sein Inhalt eingerissen, gleichmäßig über das Feld verführt und untergepflügt.

Minder kostspielig als das Brennen in Öfen ist das Erdbrennen in dach- oder kegelförmigen Haufen. Bei diesem Verfahren werden die Thonschollen gleichmäßig mit dem Brennmaterial: Reisig, Nadelholzäste, trockenes Moos, Torf 2c. durchschichtet und angezündet. Weiterhin hat man durch Auflegen neuer Erdstücke das Durchbrechen der Flamme und daher zu große Erhitzung zu verhüten und dafür zu sorgen, daß nicht etwa durch Luftabschluß das Feuer erstickt werde.

Wie oft das Brennen, welches gewöhnlich im Frühjahre vorgenommen wird, zu wiederholen ist, hängt von der Quantität der gebrannten Thonmasse ab. Beabsichtigt man durch das Brennen den physikalischen Zustand des Bodens zu

verbessern, so wird ein größeres Quantum, etwa 1400 mctr für 1 ha, gebrannt; die Wirksamkeit ist in einem solchen Falle um so nachhaltiger und erstreckt sich zuweilen auf 6—8 Jahre. Bei schwächeren Bränden bis herab zu 400 mctr für 1 ha ist schon nach 3—4 Jahren keine Wirkung mehr zu erkennen.

5. Die Kultur des Moorbodens.

Der Torf- und Moorboden sind in Folge der außerordentlichen Kapillarität und Wasserhaltung, der Sauerstoffbegierde, welche durch Umwandlung von Eisenoxydhydrat in Eisenoxydul die Bildung von Morasterz veranlaßt, und des Gehaltes an Torfsäuren für das Leben der Kulturpflanzen untauglich. Um sie kulturfähig zu machen, ist entweder die Torfsubstanz zu verringern, oder in eigentlichen Humus umzuwandeln.

Mit den geringsten Kosten und am schnellsten wird die Torfsubstanz durch Verbrennen derselben verringert. Durch die Brandkultur, welcher eine Senkung des Wasserspiegels mittelst offener Gräben vorangehen muß, werden die freien Humussäuren, die an Kalk gebundenen Humussäuren unter Freiwerden von Ätzkalk, und das nachteilige Eisenoxydul durch Verbrennung zu Eisenoxyd beseitigt. Die zurückbleibende Asche führt dem Boden reichliche Mengen aufnehmbarer Pflanzennährstoffe zu und macht ihn zugleich trockener, wärmer, der Luft leichter zugänglich, da die Asche eine geringere Wärmekapazität und wasserfassende Kraft als der Humus besitzt. Allerdings wird der Boden durch das Verbrennen der organischen Substanz an Kohlenstoff und Stickstoff ärmer, abgesehen von den mannigfaltigen Nachteilen, welche der entstehende Moorrauch mit sich bringt.

Nach dem Vorschlage von Rimpau — Cunrau (v. Funk, Zeitschrift d. landw. Vereins d. Prov. Sachsen. 1866. S. 253) wird nach Entfernung des etwa vorhandenen Gestrüppes der Moorboden mit Plaggenhauen bei trockener Zeit abgeschält und zwar, um so tiefer bis auf 8 cm, je weiter die Vertorfung des Bodens vorgeschritten ist. Die abgeschälten Torfstücke werden in Haufen zusammengeworfen und nach dem Austrocknen angezündet. Statt dem Schälen wird der Torfboden auch in Furchen aufgepflügt, und die Furchen nach dem Austrocknen an der dem Winde entgegengesetzten Seite angezündet. Bei der Leitung des Feuers hat man darauf zu achten, daß das Verbrennen zu Asche möglichst vollständig erfolge. Die gewonnene Asche wird ausgestreut, durch Eggen mit dem Boden vermischt und untergepflügt. Im nächsten Frühjahre wird das Land mit Hafer oder Hirse bestellt, welchen weiterhin gedüngte Rüben, dann Hafer mit Graseinsaat (58—70 kg pro ha) folgen. Die auf diese Art hergestellte Wiese wird zur dauernden Sicherung des Ertrages jährlich mit rohem Kalisalz (780 kg pro ha) und gedämpftem Knochenmehl (100 kg) zu düngen sein.

Die Nachteile der Brennkultur werden vermieden, wenn man durch Ermöglichung des Luftzutrittes und Zufuhr mineralischer Massen, von Kalk und Alkalien, die Torfsubstanz in eigentlichen Humus umwandelt und dadurch den Moorboden zu verbessern sucht. Unter günstigen Umständen genügt die Übersandung der Torffläche durch Aufleitung sandführenden Wassers (s. u.) oder bei kleinen Flächen das Aufführen von Bauschutt rc., um den Boden in Wiesenland umzuwandeln.

Bei größeren Moorflächen führt die Mengung des Moores mit dem Untergrunde, sofern dieser aus veränderlichem Sand besteht, durch Rigolen zum Ziele. Besteht die Unterlage des Moorbodens aus kalkarmem Boden oder Quarzsand, so wird jedoch die Mengung nur wenig zur Verbesserung beitragen. Das Rigolen,

Kuhlen wird nach vorangegangener Entwässerung mit drei aufeinanderfolgenden Pflügen vorgenommen, deren letzter so tief gestellt werden muß, daß er die Sandschichte erreicht und heraufbringt. Bei größerer Mächtigkeit des Torflagers verringert man dieselbe durch vorangehendes Brennen. Übersteigt jedoch die Mächtigkeit der Torflage 40 cm, so läßt sich das Rigolen nur mehr mit großen Kosten durchführen.

Eine kostspielige, aber zweckmäßige Abart des Rigolens ist die berühmte holländische Veenkultur, bei welcher vor der Vermengung des unter dem Moore liegenden Sandbodens mit Dünger und Torfabfall die Entfernung des Torfes durch Abgraben erfolgt und sofort eine Ackerkrume geschaffen wird, welche gleich im ersten Jahre Buchweizen oder Kartoffeln trägt. Diese Kultur setzt voraus, daß das ganze Moor von Schiffahrtskanälen durchzogen ist, auf welchen der ausgehobene, getrocknete Torf nach den Absatzorten gebracht wird, während auf den zurückkehrenden Schiffen Dünger der verschiedensten Art zugeführt wird. — Litteratur: Dr. A. Salfeld, Die Kultur der Heideflächen Nordwest-Deutschlands, 2. Ausgabe. Hildesheim 1870.

Bei bedeutender Mächtigkeit des Torflagers (0,5—1 m) und bei Sandunterlage empfiehlt sich zur Kulturbarmachung Rimpau's Dammkultur.

Bei Rimpau's Dammkultur werden entlang dem Hauptentwässerungsgraben im rechten oder spitzen Winkel auf 20—25 m Entfernung, 5 m breite, je nach der Torflage 1—1,5 m tiefe Gräben ausgehoben und das gewonnene Material (in Cunrau Torf, Thon, Lehm, Letten und zuletzt Sand) zu beiden Seiten gleichmäßig ausgebreitet. Der Sand wird so tief ausgehoben und obenauf auf den Damm gelegt, daß dieser mindestens 10 cm hoch damit bedeckt ist. Die Kosten dieser Dammkultur betragen in Cunrau auf 1 ha berechnet 258 *M.* (129 fl.). Bei der Dammkultur werden durch Ableitung des Wassers und Erhöhung des Terrains eine Entwässerung und Lüftung des Bodens, eine Löslichmachung des Torfstickstoffes und eine Bereicherung an Mineralmasse erzielt, und damit ein Pflanzenwachstum ermöglicht. Auf den frischen Dämmen gedeiht der Hafer ganz gut. Demselben folgen in Cunrau gedüngtes Wickfutter, Roggen in Knochenmehl, gedüngte Kartoffeln ꝛc. — Litteratur: G. Freiherr v. Massenbach-Pinne, Praktische Anleitung zur Rimpau'schen Moordammkultur. Berlin 1883; W. Peters, Die moderne Moorkultur. Osnabrück 1874.

6. Die An- und Aufschlämmung von Erde.

Eine unter Umständen wenig kostspielige Bodenverbesserung ist die Überflutung des Bodens mit schlammigem Fluß- und Bachwasser. Es wird damit entweder eine Düngung des Bodens durch den Absatz von im Wasser suspendierter Stoffe, die Anschlämmung, oder durch mächtige Schlammablagerungen aus den Gewässern die Schaffung eines artbaren Boden, die Aufschlämmung erreicht.

Die Anschlämmung (Limonage), häufig auf Wiesen angewendet, verbessert nicht nur den physikalischen Bodenzustand, sondern bereichert auch den Boden mit Pflanzennährstoffen. In Folge des Absatzes von Sand, Thon, Lehm aus dem trüben Wasser erhöht sich, wenn auch nur sehr allmählich der Boden, der dadurch trockener wird. Besitzt die Wiese Thonboden, so verwende man das Wasser, wenn es durch starke Regengüsse oder durch das Schmelzen des Schnees recht trübe geworden ist, da es dann auch gröbere Sandteile mit sich führt, welche zur Lockerung des Bodens beitragen. Bei losem Boden verwende man Wasser, welches Lehm- und Thonteilchen suspendiert enthält, die sich beim Stehen des Wassers ausscheiden. Den Schlammgehalt kleinerer Gewässer kann man dadurch vermehren, daß man an ihrem Oberlauf Erde von den Ufern abgräbt und in das Wasser wirft.

In England wurden nach Thaer (Grundsätze der rat. Landw. Neue Ausgabe. Berlin 1880. S. 724) zur Anschlämmung (Warping) die größeren, unter der Einwirkung der Meeresflut und Ebbe stehenden, schlammführenden Flüsse benutzt, indem zur Flutzeit das Wasser durch Schleusen über ein Terrain ausfließen gelassen und nach dem Absatz des Schlammes zur Zeit der Ebbe wieder abgelassen wurde.

Die Aufschlämmung (künstliche Alluvion, Colmation) wird im Kleinen bei stärkerem Schlammgehalte der Gewässer benutzt, um Niederungen und kleinere Mulden durch Einlegen von Faschinen mit Boden auszufüllen und zu ebnen. Im großartigen Maßstabe ausgeführt, dient diese Melioration dazu, um durch künstliche Ablagerung von fruchtbarer Erde und durch Erhöhung des Bodens sumpfiges oder ödes Terrain in artbares Land umzuwandeln.

Bei einzelnen in Italien und Frankreich ausgeführten Colmationen hat man durch besonders reichliche Zufuhren von Schlamm jährliche Bodenerhöhungen von 0,1—0,27 m erzielt.

7. Das Ebnen des Bodens.

Auf die einfachste Art läßt sich der Boden mit dem Pflug ebnen, wenn man jedesmal die Pflugfurchen gegen die Vertiefung hin in derselben Richtung umlegt. Schneller und vollkommener zum Ziele führen das Abgraben der Anhöhen mit dem Spaten und das Ausfüllen der Vertiefungen mit der beim Abgraben gewonnenen und mit Hand- oder Pferdekarren zugeführten Erde. Ein besonders leistungsfähiges Gerät für letzteren Zweck ist das ein- oder zweispännige Muldbrett, Fig. 22, eine große etwa 0,12—0,15 cbm fassende hölzerne Schaufel, deren vorderer 0,75 m breiter Rand mit Blech beschlagen ist. Das Muldbrett wird durch Hineinschieben in das gelockerte Erdreich mit Erde gefüllt. An dem auszufüllenden Orte angelangt, hebt man den rückwärts am Muldbrett angebrachten Stil nach aufwärts, beim Fortziehen wird sich dann die Schaufel durch Überstürzen entleeren.

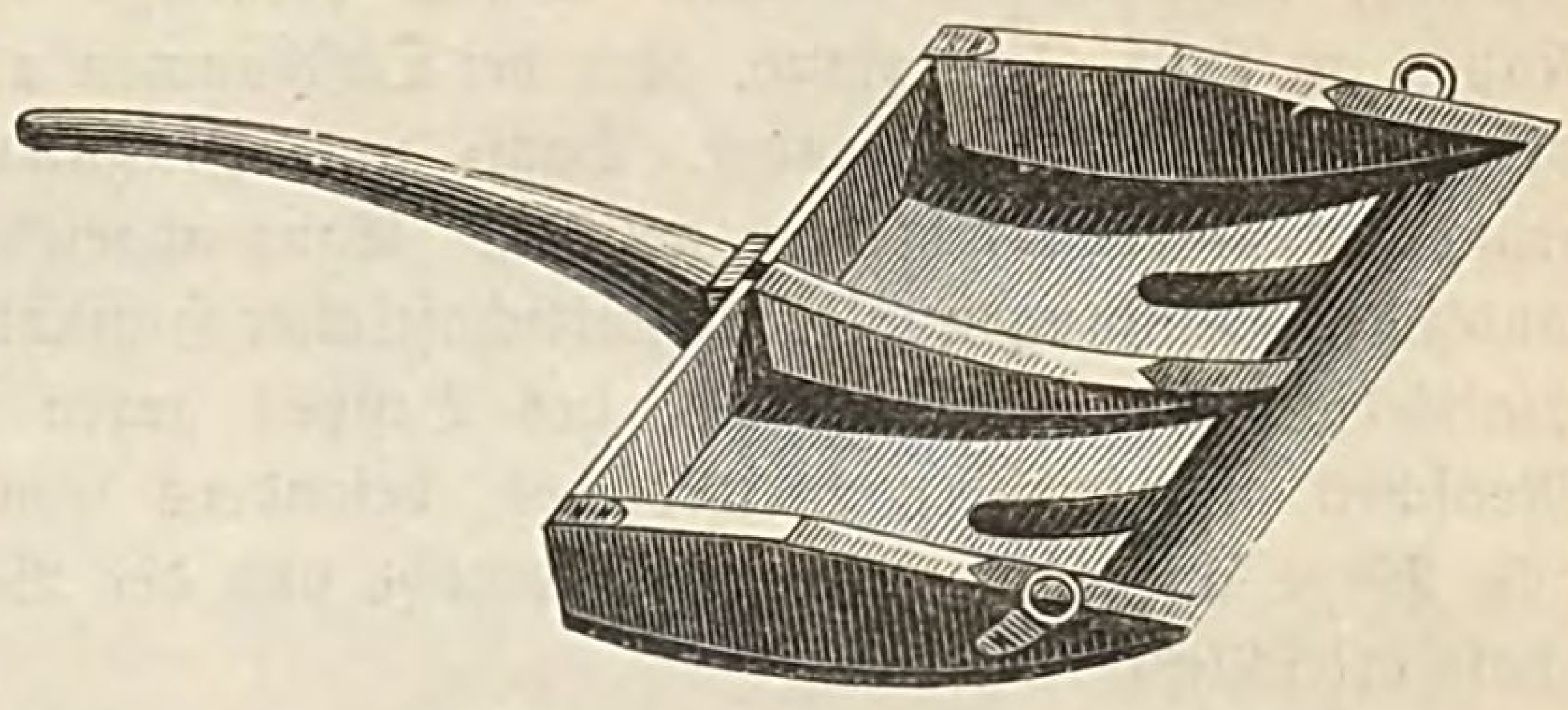


Fig. 22. Hohenheimer Muldbrett. — Preis, Ackergerätefabrik Hohenheim (P. Groß), 38,60 M.

Wasserrisse, welche sich an abhängigen Feldern durch Abschlämmen der lockeren Erde infolge ansehnlicher Mengen von Tagwasser bilden, sind durch Zuackern oder durch Ausfüllen mit Erde zu beseitigen. Größere Risse erfordern eine Verbauung mit Flechtzäunen, um den Wasserlauf zu verzögern. Die Entstehung von Wasserrissen wird durch Wasserfurchen oder offene Gräben vorgebeugt, welche am oberen Rande des Ackers oder in der Fläche desselben in der Richtung der Horizontal-Linien anzulegen sind. Das Gleiche gilt von der Richtung, in welcher die Furchen bei dem Ackern zu ziehen sind. In sehr gefährdeten Lagen empfiehlt sich die Terrassierung der geneigten Ackerflächen durch Trockenmauern oder Rasen-Skarpe.

Die Terassierung wird auch dazu benützt, um bei steilen Abhängen den Boden in ebene Abschnitte zu bringen. Bei der Ausführung wird am tiefsten Punkt des

Abhanges eine Steinmauer errichtet, hinter welcher zugeführter oder von dem Abhang abgegrabener Boden aufgefüllt wird. Hier, sowie bei jedem Ebnen hat man darauf zu achten, daß die etwa vorhandene Erdkrume möglichst wieder auf die Oberfläche gebracht werde. Wegen der Kostspieligkeit kann diese Art der Terrassierung nur bei hohem Bodenwert und bei wertvollen Kulturen zur Ausführung gelangen, wie z. B. bei Weinkultur, Öl-, Orangen- und Zitronengärten.

Zur Ebnung von Wegen empfiehlt sich der Wegehobel von G. Weber — Hummel-Radeck bei Lüben (Leistung 2spännig pro Tag höchstens 1,5 km Weglänge, Gewicht 100 kg; Preis 55 *M.*).

8. Die Anpflanzung von Gehölzen.

Im Vergleich mit den Erfolgen, welche mit den Bodenverbesserungen erzielt werden können, gelingt es nur nach langjährigen Bemühungen gegen die Ungunst des Klimas anzukämpfen. Durch manche Meliorationen, wie die Waldrodung, die Ent- und Bewässerung, die Änderung und Neigung des Bodens, wird neben der Bodenverbesserung vielfach auch der Einfluß der klimatischen Elemente, der Wärme, der Feuchtigkeit ꝛc. korrigiert.

Gegen die Luftströmungen, welche durch ihre Kälte und Trockenheit oder durch ihre mechanische Gewalt (Verwehen, Zerreißen der Pflanzen) der Kultur hinderlich werden, kann am erfolgreichsten mittelst Anpflanzung von Gehölzen, Obst- und Wildbäumen, vorgegangen werden. Durch derartige Anlagen wird gleichzeitig ein Nutzen an Holz, Futterlaub, oder bei Obstbäumen an Obst von Feldstellen erzielt, welche sonst wie Feldränder, Bach- und Flußufer, Einrisse, Lehnen, Weidegründe ꝛc., ungenützt bleiben würden. Ganz abgesehen von der Verschönerung der ländlichen Besitzungen wird in wirtschaftlicher Hinsicht durch lebende oder auch tote Einfriedigungen die Sicherheit des Besitzes gegen das Eindringen unberufener Menschen und fremden Weideviehes, besonders wenn die Grundstücke an öffentliche Wege angrenzen, wesentlich erhöht und der Betrieb der eigenen Weidewirtschaft erleichtert.

Bei zerstückter Lage der Grundstücke werden dagegen die Holzanlagen bei der geringen Größe der einzufriedenden Gebiete zu viel Platz wegnehmen. Ist die Einfriedigung in der Richtung von Ost nach West gestellt, so wird ihre Südseite leicht zu trocken, während die Nordseite je gebundener der Boden, an Nässe leidet. Der Schnee wird sich im Winter an der Hecke anhäufen und dann im Frühjahre die Bearbeitung verzögern. Durch die Verhinderung des Austrocknens und die Beschattung werden die Pflanzen unmittelbar an der Baumwand in ihrem Wachstum gestört, besonders durch Holzarten, welche wie Pappeln ꝛc., durch Wurzelausläufer den Boden weit ab von der Baumpflanzung austrocknen. Die Wurzelausläufer stellen überdies der Tiefkultur viele Hindernisse entgegen. Schließlich können die lebenden Einfriedigungen die Ausbreitung der Unkrautpflanzen befördern und als Brutstätten für schädliche Insekten dienen.

Aus der Erwägung der Vor- und Nachteile wird sich die Zweckmäßigkeit der Einfriedigungen für die bestimmte Örtlichkeit ergeben. Unstreitig am besten geeignet sind dieselben für exponierte, trockene Lagen und für Weidewirtschaften.

Die Gehölzpflanzungen umgeben entweder bloß die Grenzen eines Gutes, besonders an jenen Seiten, welche den herrschenden Winden ausgesetzt sind, als

Alleen, Schutzringe, Schutzbaumwände, oder sie werden als Hecken gewöhnlich nach den Schlaggrenzen über das ganze Gut verteilt.

Als Alleebäume eignen sich für trockenen Boden auf 15—18 m Entfernung: Wallnuß, 9—11 m: Birne, 7,5—9 m: Kirsche, 5—6 m: Weichsel; 15–18 m: Pappel, 12—15 m: Spitzahorn, Birke, Akazie ꝛc.; für frischen Boden auf 9—12 m Entfernung: Apfelbaum, 15—18 m: Roßkastanie, Rotbuche, Esche, Eiche, Linde, Ulme, 9—12 m: Eberesche ꝛc.; für feuchten Boden auf 5—6 m Entfernung: Zwetsche und Pflaume, 12—15 m: Erle, Weide. — Litteratur: E. Petzold, Die Anpflanzung und Behandlung von Alleebäumen. Berlin 1878; R. Goethe, Instruktion für Straßenpflanzungen. Straßburg 1878.

Die Schutzringe sind kleine Waldstreifen immergüner Nadelhölzer von 8—20 m Breite. Als beständig schützend verdienen nach Hecke[1]) im Mittelwaldbetrieb gehaltene Laubhölzer genannt zu werden, da nach Abtrieb des Unterholzes das Oberholz zur Brechung und Hebung der Winde dienen kann. Beständiger Schutz kann erreicht werden, wenn der Schutzring aus zwei Streifen besteht, von denen einer bereits die Hälfte des Umtriebsalters besitzt, wenn der andere abgetrieben wird.

Die Hecken werden als: Stutz=, Busch= oder Baum=Hecken angelegt.

Die Stutzhecken werden gewöhnlich unter der Schere auf einer Höhe von 1—1,5 m und einer nach oben sich verjüngenden Breite von 0,6 m gehalten. Sie brauchen wenig Platz und gewähren doch guten Schutz, weniger gegen den Wind, als gegen das Betreten des Feldes. Ihre Anlage und Unterhaltung ist jedoch, bei unbedeutendem Holzertrage, kostspielig. Die vorzüglichste Heckenpflanze ist der Weißdorn (Crataegus oxyacāntha L.), welcher nicht nur das Beschneiden verträgt, sondern sich auch noch unter der Schere vielfach verzweigt. Eine bewährte Art der Anlage einer Hecke mit je zu zwei, schief im Winkel von circa 60° gekreuzten, 20 cm entfernten dreijährigen Weißdornpflanzen zeigt Fig. 23.

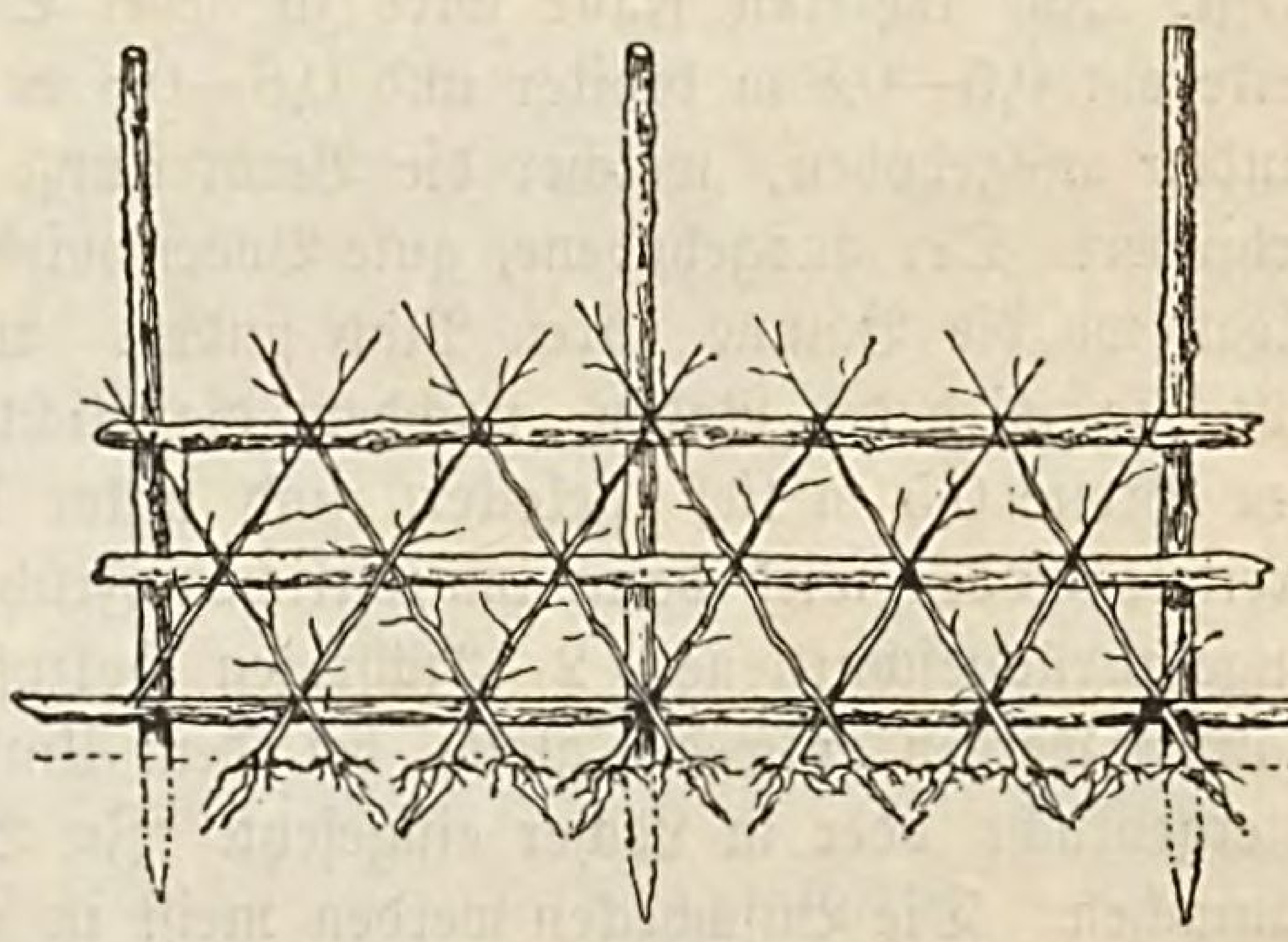


Fig. 23. Neuangelegte Weißdornhecke.

Nächst dem Weißdorn sind zu nennen: holländischer Weißdorn (C. monogȳna Jacq.), amerikanischer Hahnsporndorn (C. Crus galli), großfrüchtiger Dorn (C. coccinea), Schlehdorn (Prunus spinōsa L.), Kreuzdorn (Rhamnus cathartĭca L.), Liguster (Ligūstrum vulgāre L.) ꝛc., von Bäumen: Weißbuche (Carpīnus betŭlus L.), Maßholder (Acer campēstre L.), Linden (Tilĭa), Weiden (Salix), Akazie (Robinĭa pseud-acacĭa L.), Fichte (Abĭes excēlsa DC.) und Eibe (Taxus baccāta L.).

Die Busch= oder Strauchhecken, in Schleswig=Holstein Knicks genannt, läßt man bei einer Breite von 1,5—3 m, 6—10 m hoch heranwachsen, und haut sie dann im Alter von 10—20 Jahren um. Damit die abgetriebene Hecke wieder

[1]) W. Hecke, Die Forstwirtschaftslehre für Landwirte. Wien 1858.

frisch ausschlägt, wählt man Holzarten mit guter Reproduktion, wie Hainbuche (Carpīnus betŭlus L.), Ulme (Ulmus campēstris L.), Eiche (Quercus pedunculāta Ehrh.), Hasel (Corȳlus avellāna L.), Akazie (Robinĭa pseud-acacĭa L.), Maulbeerbaum (Morus alba L.) ꝛc. Die Buschhecken geben viel besseren Schutz als die Stutzhecken und liefern Brennholz, Futterlaub und selbst kleines Nutzholz.

Um von den Buschhecken einen größeren Holzertrag zu erzielen, pflegt man dieselben auch gemischt mit Oberholz anzulegen, welches entweder als Schneidelholz oder Kopfholz behandelt wird. Eine derartige Verbindung bietet überdies den Vorteil, daß die Hecke auch dann noch, wenn das Unterholz abgehauen ist, durch die Hochstämme Schutz gewährt und umgekehrt.

In windereichen Gegenden umgiebt man die Grundstücke mit hochstämmigen Bäumen, mit **Baumhecken**, welche gegen den herrschenden Wind gestellt werden. Mit querüber angelegten Baumhecken teilt man überdies die zu schützende Fläche in Felder oder Tafeln. Je kleinere Flächen diese Abteilungen (6—45, gewöhnlich 12—28 ha) besitzen, um so mehr schützen sie; allerdings steigern sich dann die Kosten der Anlage und die Inanspruchnahme des Bodens, namentlich dann, wenn zur Unschädlichmachung der Wurzelausläufer und zur Erleichterung der Bodenbearbeitung ein einige Meter breiter Streifen von Grasland belassen wird.

Die Hecken werden entweder auf ebener Erde oder auf kleinen Erdwällen angelegt. Im letzteren Falle wird zu jeder Seite des Walles oder nur auf einer Seite ein 0,5—0,8 m breiter und 0,6—0,8 m tiefer Graben mit schrägen Seitenwänden ausgehoben, welcher die Verbreitung der Baumwurzeln in das Ackerland verhindert. Der ausgehobene, gute Boden wird obenauf in die Mitte des Dammes gelegt, wo die Bäume ihren Platz finden. Wird die Hecke auf ebenes Land gestellt, so wird der Boden, nachdem die Richtung der Heckenanlage abgesteckt, auf 1 m Breite 0,5 m tief gelockert und unter Umständen auch gedüngt. Der vorbereitete Boden wird dann im zeitlichen Frühjahre mit 2 cm starken, auf 0,15 m Länge zurückgeschnittenen, 2—3jährigen Holzpflanzen bepflanzt. Diese Stummelpflanzen werden entweder gleich bei dem Umspaten oder Umpflügen des Bodens untergebracht oder in Löcher eingesetzt. Zu Baumhecken nimmt man mannshohe Bäumchen. Die Buschhecken werden meist in zwei, 25 cm von einander entfernten Reihen angelegt, in welche die Stummelpflanzen auf 30—40 cm abwechselnd eingesetzt werden. In den ersten Jahren ist die Hecke sorgfältig von Unkraut rein zu halten und zu lockern. Im zweiten Frühjahre (Anfang März) werden sämtliche Pflanzen auf 5—6 cm Länge zurückgeschnitten, damit möglichst viele Seitenzweige entstehen, die späterhin bei kleineren Anlagen zur Verdichtung der Hecke übereinander gebogen und ineinander verflochten werden.

V.

Die Bodenbearbeitung.

Die Melioration bezweckt eine bleibende Verbesserung des Pflanzenstandortes; die Bodenbearbeitung sucht dagegen nur die zeitweiligen Änderungen in der Bodenbeschaffenheit, welche durch die Benutzung des Bodens zur Pflanzenkultur entstehen, wieder auszugleichen. Jede Pflanze hinterläßt den Boden nach der Ernte nicht nur — um den Betrag der von ihr aus demselben aufgenommenen Aschenbestandteile — nährstoffärmer, sondern auch in einem ungünstigeren, physikalischen

Zustande. Während des Verweilens der Pflanze auf dem Felde wird der Boden ausgetrocknet und die Verwitterung beeinträchtigt; der Boden „verschließt“ sich, wie sich der praktische Landwirt auszudrücken pflegt. Die Bodenbearbeitung ist das einfachste und billigste Mittel, um diese, wenn auch im Verlaufe einer Vegetation nur geringe Verschlechterung des Bodens wieder zu beheben. Durch die mechanische Bearbeitung werden der Kohlensäure und dem Sauerstoff der Luft neue Angriffspunkte geboten, daher die Verwitterung der alkalischen Thonerdesilikate beschleunigt, und somit allerdings auf Kosten der gebundenen Bodennährstoffe, neue assimilierbare Pflanzennahrung geschaffen. Außerdem wird durch die Lockerung der physikalische Zustand des Bodens wieder in Stand gesetzt.

Mit Rücksicht auf die folgende Pflanze wird durch das Aufbrechen der dicht gewordenen Bodenoberfläche der Same im Boden sicherer die Bedingungen zum Keimen finden. Durch die Lockerung des Bodens, welche die Bodennährstoffe den Pflanzenwurzeln zugänglicher macht und den physikalischen Bodenzustand verbessert, wird weiterhin das Fortkommen der Kulturpflanzen nach Möglichkeit gesichert.

Erfolgt die mechanische Bearbeitung lange vor Wiederbestellung des Feldes, so tritt die Absicht in den Vordergrund, den Vorrat an aufnehmbarer Pflanzennahrung durch Beförderung der Verwitterung zu vermehren. Sie wird erreicht: entweder durch ein derartiges Wenden des Bodens, daß eine möglichst große Oberfläche desselben und stets neue Bodenteilchen aus der Tiefe den Verwitterungseinflüssen preisgegeben werden, oder durch das Mengen der Boden- und Düngerteilchen, durch welches ein lebhafterer Stoffumsatz erzielt wird.

Neben diesen, in erster Linie verfolgten Zwecken der Bodenbearbeitung sucht man durch dieselbe den Boden zu verdichten, oder dessen Oberfläche eine bestimmte Form (Beete, Kämme ꝛc.) zu geben, den Samen, den Dünger unterzubringen, den Boden von Unkräutern und Ungeziefer zu reinigen, oder man verfolgt durch die Bearbeitung besondere Kulturzwecke, welche mit der Saat, Pflege und Ernte der Pflanzen im Zusammenhang stehen. Je nach der Zeit wird die Bodenbearbeitung vor, während oder nach der Saat vorgenommen. Zunächst beschränken wir uns auf die Bodenbearbeitung im engeren Sinne, wie sie vor der Saat zur Ausführung gelangt. Die Bodenbearbeitung zu den beiden letzteren Zeitpunkten wird erst späterhin bei der Saat, Pflege und Ernte besprochen werden.

Ein richtiges Verständnis der Bodenbearbeitung wird durch die genaue Bekanntschaft mit den verschiedenen Bodenbearbeitungsgeräten vermittelt. Im allgemeinen unterscheidet man die Geräte je nach der Kraft, welche sie in Bewegung setzt, in Hand-, Spann- oder Dampfkulturgeräte.

In Bezug auf den Gebrauch dieser Kräfte gilt der Grundsatz, daß man niemals einen Menschen verwenden soll, wo das Tier arbeiten kann, und niemals die tierische Zugkraft in Gebrauch nehmen soll, wenn der Dampf (Wind, Wasserkraft) benutzt werden kann. Nach Birnbaum (J. v. Kirchbach's Handb. f. Landwirte. 9. Aufl. Berlin 1880) hat man berechnet, daß gegenwärtig die Arbeitseinheit durch den Menschen geleistet, im Durchschnitte 6 bis 7mal teurer kommt, wie durch Spannvieh und 40 bis 60mal teurer, wie durch Dampfkraft bewirkt.

Ungeachtet der Mannigfaltigkeit der Geräte und Maschinen zur Vorbereitung des Bodens beruht ihre Wirksamkeit stets nur im Lockern, Wenden, Mischen oder Verdichten, Formen, Klären des Bodens, wie aus nachfolgender Zusammen-

stellung der gebräuchlichsten Bodenbearbeitungsgeräte je nach ihrer Wirkungsweise hervorgeht:

	Wirkung.	Hand-	Spann-	Dampfgeräte.
I. kräftig lockern und	1. wenden, formen	Spaten,	Pflug,	Pflug,
	2. unvollk. wenden	Grabgabel,	Haken,	—
	3. mischen . . .	Haue,	Wühler,	Grubber,
	4. formen . . .	—	Häufelpflug,	—
II. schwach lockern und	1. wenden . . .	—	Saatpflug,	—
	2. mischen . . .	Hacke,	Pferdehacke, Krümmer,	—
	3. klären . . .	Rechen,	Egge,	Egge,
III. verdichten und	1. zerkleinern . .	—	Stachelwalze,	—
		Kloßhammer,	Schollenbrecher,	—
	2. formen . . .	Patsche,	Walze,	Walze,
IV. formen		—	Kammformer,	—
V. ebnen und klären		Besen,	Schleife.	—

Litteratur: A. Wüst, Landwirtschaftliche Maschinenkunde, Berlin 1882; E. Perels, Ratgeber bei Wahl und Gebrauch landw. Geräte und Maschinen. 5. Aufl. Berlin 1880; E. Perels, Handbuch des landwirtschaftlichen Maschinenwesens, 2. Aufl. Jena 1880.

1. Die Handgeräte zur Bodenbearbeitung.

Die Handgeräte finden die umfassendste Anwendung bei gartenmäßiger Hochkultur, bei der Kultur sehr wertvoller Pflanzen und bei landwirtschaftlichen Unternehmungen so geringer Ausdehnung, daß die Zugkraft eines Tieres nicht ausreichend beschäftigt werden kann. In allen übrigen Fällen, besonders bei größerer Ausdehnung der Besitzungen, schütterer Arbeiterbevölkerung, hohem Preise der menschlichen Arbeitskraft, läßt sich eine große Zahl der landwirtschaftlichen Arbeiten billiger durch Spannkraft ausführen. Ganz entbehrlich werden jedoch die Handgeräte zur Bodenkultur nur in den seltensten Fällen.

1. Der Spaten.

Der Spaten, das Grabscheit oder die Stichschaufel besteht aus dem Stiel und Blatt. Der Spatenstiel soll etwa 3 cm stark und nicht zu lang sein, gewöhnlich macht man denselben 70—100 cm lang. Zur Erleichterung der Handhabung versieht man ihn mit einem Knopf oder mit dem bei englischen Spaten gewöhnlichen, ⌣förmigen Handgriff (Fig. 24, S. 89). Das dauerhafteste Material zu Spatenstielen gewährt natürlich gewachsenes, ungespaltenes zähes Holz von Hainbuche, Esche, Weißdorn, Apfelbaum, Rotbuche ꝛc. Spaten mit hölzernem Blatt, welches zur Verringerung der Abnutzung an den Kanten mit Blech beschlagen wird, können nur in lockeren Bodenarten gebraucht werden. Für festeren Boden verwendet man für das Blatt Schmiedeeisen, hämmerbares Gußeisen mit verstählter Spatenschneide oder gehärteten Gußstahl. Die Form des Blattes ist dreieckig oder viereckig. Vollkommenere, jedoch etwas anstrengendere Arbeit läßt sich mit dem viereckigen, nach unten zulaufenden, oben 20—25 cm, unten 15 bis 20 cm breiten Blatt verrichten. Die Länge des Blattes beträgt 25—40 cm. Bei englischen Spaten wird zur Erleichterung der Arbeit der obere Rand des Blattes umgebogen, oder ein

Steg angebracht, damit der Arbeiter auch mit dem Fuß das Blatt in den Boden drücken kann. Das Gewicht des Spatens beträgt 1—2,5 kg, der Preis 1,40—5 M.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die Verbindung des Blattes mit dem Stiel. Bei dem deutschen Spaten wird das zugeschärfte Stielende durch eine an das Blatt angeschweißte Tülle gesteckt und mit einem Nagel befestigt. Diese Verbindung ist nicht nur unsicher, sondern vermehrt auch durch das bis zur Mitte des Blattes vorgeschobene Stielende den Widerstand beim Eindringen des Spatens in den Boden. Sicherer und zweckmäßiger ist die Befestigung des Stieles wie bei dem englischen Spaten, Fig. 24, zwischen zwei von dem Blatt ausgehende Schienen mittelst einiger Nieten.

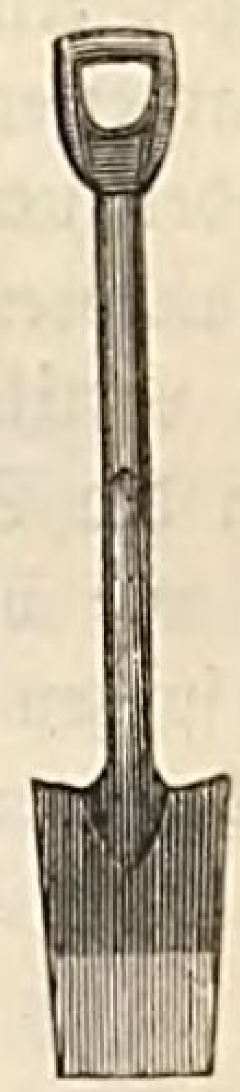


Fig. 24. Englischer Gußstahlspaten mit D Griff von J. J. Schmidt — Erfurt.

Bei dem Gebrauch des Spatens wird das Blatt bis zu einer Tiefe von 0,25 m in den Boden hineingestochen, das ungefähr eben so oder halb so breite Erdstück von seiner Unterlage abgerissen und durch Drehung des Spatens derart in den geöffneten Boden geworfen, daß der benarbte Teil desselben auf die Sohle des abgegrabenen Landes zu liegen kommt. Das Umwenden erfolgt daher bei guter Spatenarbeit viel vollkommener, als mit dem gewöhnlichen Pflug. Durch das Abstechen, Losreißen und Umlegen wird die Erde gleichzeitig, neben dem Wenden kräftig gelockert. Nach dem Umstechen bildet der Boden eine ebene Fläche, welche gleich während des Spatens mit dem Rechen verkleinert und von Wurzeln, Unkräutern 2c. gereinigt wird. Bei aller Vollkommenheit der Spatenarbeit fördert dieselbe nur sehr wenig, da je nach der Beschaffenheit und dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens zum Graben eines Hektars auf 0,25 m Tiefe, 50—200 Arbeitstage à 10 Stunden erforderlich sind. In einem Tage spatet daher ein Mann 0,50—2,00 a. Bei einer Leistungsfähigkeit von 60 Arbeitstagen à 1 M. (50 Kr.) kostet demnach das Umspaten pro 1 ha 60 M. (30 fl.) Wird eine größere Tiefe mit zwei, verschieden tiefen Spatenstichen, dem sog. Doppelspaten, genommen, wie in Weinbergen, Hopfengärten 2c. so erhöhen sich die Kosten der Bearbeitung oft bis zum 4fachen, da der Boden in der Tiefe fester und schwieriger zu bearbeiten ist. Unter gewöhnlichen Verhältnissen bleibt daher die Anwendung des Spatens zur Bodenbearbeitung nur auf jene Fälle beschränkt, wo es sich darum handelt, die ungepflügt bleibenden Bodenstreifen an den am Rande oder im Felde stehenden Bäumen zu lockern. Sehr kleine Feldparzellen, Feldecken, Bodenstreifen entlang von Gräben, Hecken u. dgl., können oft nur schwierig mit dem Pflug bearbeitet werden, sie müssen daher gespatet werden.

2. Die Grabgabel und die Haue.

An Stelle des Spatens verwendet man in England zur Bearbeitung stark gebundener Thonböden die Grabgabel, Fig. 25. Dieselbe gleicht einem Spaten, dessen Blatt 1 bis 3mal geschlitzt ist, so daß zwei, häufiger drei, vier flache, gegen das Ende zugeschärfte und gut verstählte Zinken gebildet werden. Mit diesem Handgerät wird der

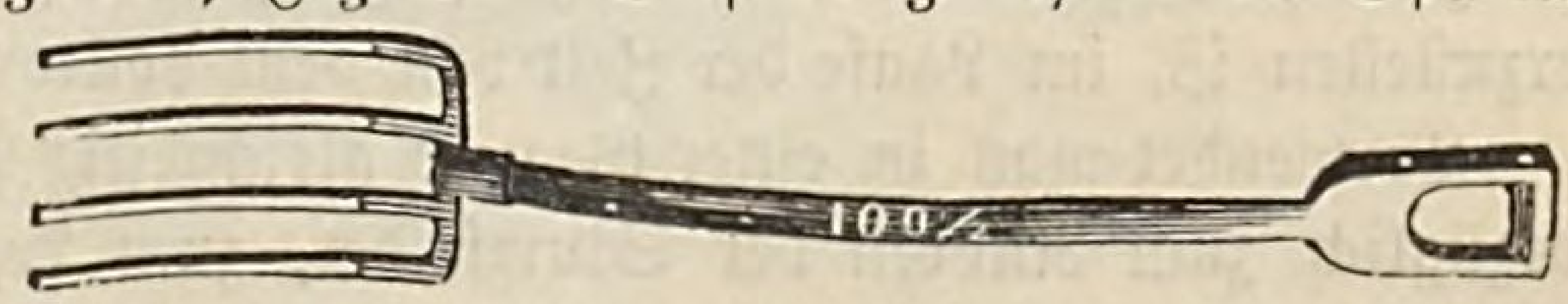


Fig. 25. Vierzinkige amerikanische Grabgabel von Brown, Hiumann & Co. — Columbus, Ohio. — Breite 19 cm, Zinkenlänge 28 cm, Stiellänge 73 cm, Gewicht 1,75 kg. Preis bei A. Pollack — Wien, IV. Waaggasse 5, 3 fl., 6 M.

Boden mit geringerer Beschwerlichkeit als mit dem Spaten kräftig gelockert, aber nur unvollkommen gewendet. Die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters beträgt mit der Grabgabel 1—2,5 a. Die zweizinkige Grabgabel wird dazu verwendet, um den festen Untergrund in der geöffneten Pflugfurche kräftig aufzulockern.

Auf steinigem Boden und steilen Hängen reichen der Spaten und die Grabgabel zur Bearbeitung nicht mehr aus, an ihre Stelle tritt die Haue (Hacke). Dieselbe besteht aus einer bis zu 5 kg schweren, verschieden gestalteten, 40—50 cm langen Klinge, welche an einem 50—70 cm langen Stiel befestigt ist. Zum Umarbeiten von Waldland, verrastem Boden, bedient man sich sehr starker Hauen (Rodehauen), deren Klinge entweder auf der einen Seite ein Beil bildet und auf der anderen Seite in eine 5—8 cm breite Schneide ausläuft, oder eine horizontale und vertikale Schneide besitzt. Für sehr steinigen und harten Boden verwendet man die Spitzhacke, die Picke. Bei der Weinbergshaue ist das Blatt oft so breit als wie bei dem Spaten, jedoch nicht in der Verlängerung des Stieles, sondern im spitzen Winkel zu diesem befestigt. Dieselbe bildet den Übergang zu den Hackgeräten.

Mit der Haue geht der Arbeiter nicht rückwärts, wie bei dem Umspaten, sondern vorwärts, indem er die aufgehackte Erde an sich zieht. Die Arbeit geht schneller vor sich als mit dem Spaten, da der Boden zwar kräftig gelockert, aber nur unvollkommen gewendet wird. Mit der Haue vermag der Arbeiter in einem Tage je nach der Bodenbeschaffenheit 1,5—3 a umzuarbeiten. Für die Kartoffel-, die Weinkultur 2c. leistet der Zweispitz oder Karst, Fig. 26, vorzügliche Dienste, obgleich seine Handhabung anstrengend ist.

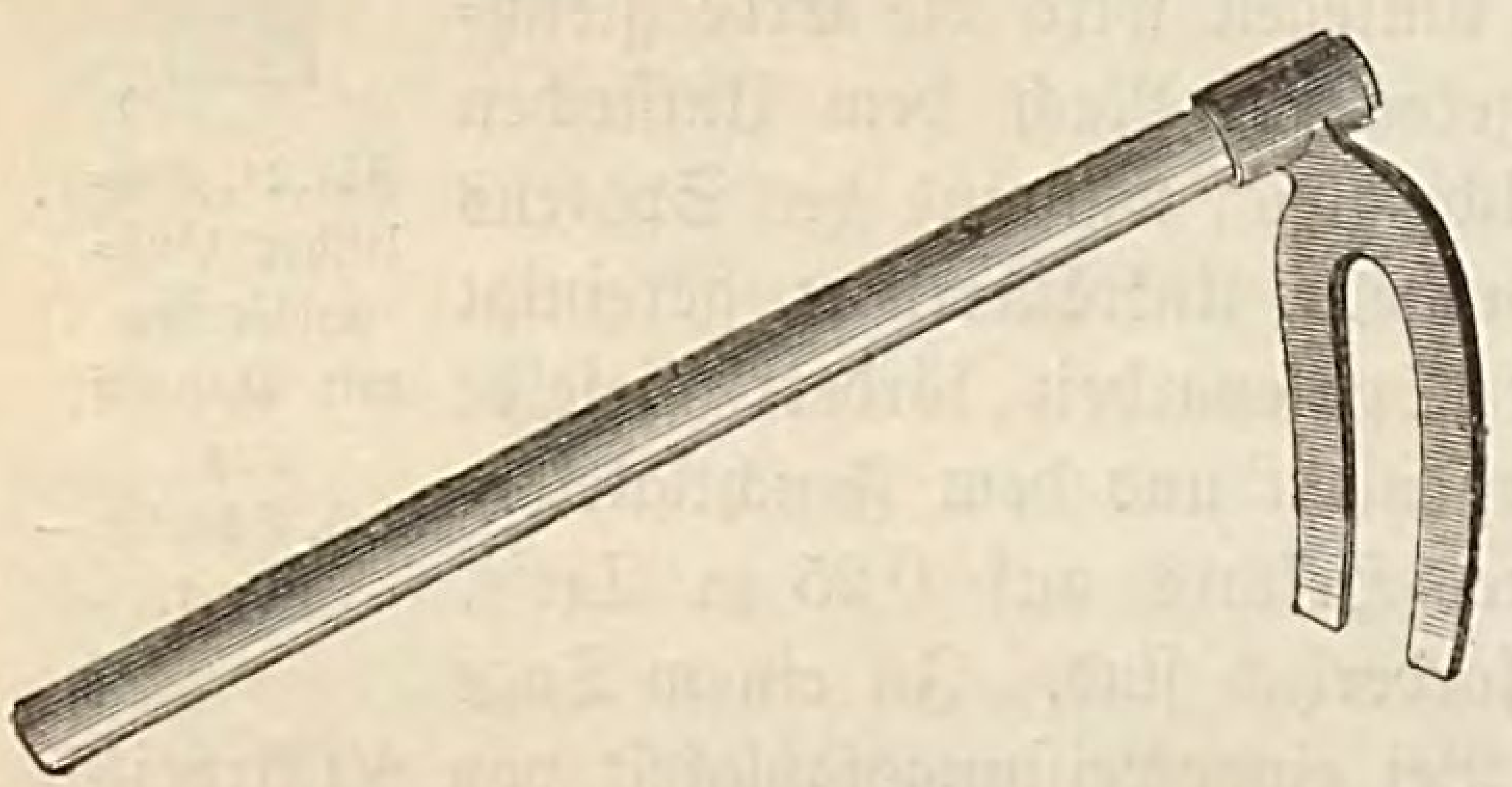


Fig. 26. Karst.

2. Der Haken.

An Stelle des Pfluges wird in vielen östlichen Ländern vereinzelt auch in den österreichischen Alpenländern der Haken und die Zoche zur Bodenbearbeitung benutzt. Aufrecht geführt, besteht ihre Arbeit in einem Durchwühlen des Bodens, welcher dann ohne gewendet zu werden, seitlich aufgehäuft wird. Etwas geneigt gegen die Furchenseite gehalten, läßt sich mit dem Haken, neben einer kräftigen Lockerung auch ein unvollkommenes Wenden, ähnlich wie bei den Schüttpflügen, erreichen. Die Furchensohle wird dabei nicht eben, sondern kammförmig aufgerissen. Jedenfalls steht die Hakenarbeit der Pflugarbeit beträchtlich nach. Es wird daher der Haken, trotzdem er leichter zu führen, weniger Zugkraft erfordert und billiger herzustellen ist, im Laufe der Zeit von dem vollkommneren Pflug verdrängt werden.

Verwendet man in einer Gegend gleichzeitig Pflug und Haken, so wird letzterer vorzüglich zum Ruhren der Sturzfelder, zum Legen, Bearbeiten und Ausnehmen der Kartoffeln 2c. gebraucht. An steilen und steinigen Lehnen, oder dort, wo der Haken nur allein verwendet wird, wie in Mecklenburg, in den Ostseeländern, in Rußland ist er jedoch das einzige Werkzeug zu allen Pflugarbeiten.

Der Haken (slavisch Radlo, Ralo) kann je nach seiner Unterstützung, wie der Pflug, als Schwing-, Stelz-, oder Vordergestellhaken gebraucht werden. Je nach dem Vorhandensein eines Streichbrettes und der Anzahl der Schare (1 oder 2) unterscheidet man: den Ruhrhaken, Krümmelhaken, Streichhaken und die Zoche.

Der **Ruhrhaken** besitzt kein Streichbrett, sondern nur, wie alle Haken, ein spitzes oder breites, zweischneidiges, in der Mittellinie des Hakens angebrachtes Schar, welches durch eine Griessäule mit dem Hakenbaume verbunden ist. Als Beispiele nennen wir: den schlesischen Sprunghaken, den polnischen Ruhrhaken und den Danziger Karrhaken. Letztere beiden besitzen sehr hohe Räder, zwischen welchen das Schar angebracht ist.

Der **Krümmelhaken**, am vorzüglichsten repräsentiert durch den Mecklenburger Haken oder den in der Umgegend von Saaz gebräuchlichen Perzhaken, besteht aus einem Schar (Hakeisen), in dessen Fortsetzung auf der Griessäule (Krümmel) das Streichbrett (Hackbrett) derart aufliegt, daß es zu gleichen Teilen über die Mittellinie des Gerätes hervorragt. Die Sohle (Höft), eine oder zwei Sterzen, und der Hakbaum vervollständigen das Gerät. Durch Schrägstellen des Hakens auf der zweikantigen Sohle kann ein mittelmäßiges Wenden des Bodens erzielt werden. Häufig wird mit diesem Haken, wenigstens in der Saazer Gegend, das Feld in Kämmen bearbeitet.

Der **Streichhaken**, in Steiermark und Kärnthen Aadl genannt, bildet den Übergang der Krümmelhaken zu dem Pflug, indem an diesem ein oder zwei Streichflügel oft nur in Form kurzer Holzpflöcke angebracht werden.

Die **Zoche** ist als ein Ruhr- oder Krümmelhaken mit geteiltem Schar zu betrachten. Am weitesten verbreitet ist, von der chinesischen abgesehen, die russische und polnische Zoche, noch am vollkommensten konstruiert die ostpreußische Zoche und die Stagutte.

3. Der Pflug.

Der Pflug dient, wie der Spaten, zur Ausführung der Bodenbearbeitung. Derselbe verrichtet eine der wichtigsten landwirtschaftlichen Arbeiten, von welcher das Gedeihen der Saat und das Wachstum der Pflanzen abhängt und mit welcher die Zugtiere des Landwirtes am meisten beschäftigt werden, da jedes Feld mindestens einmal im Jahre gepflügt werden muß. Gegenüber dem Spaten erweist sich der Pflug als viel leistungsfähiger, da er die Arbeit des Abschneidens und Umwendens des Erdstreifens nicht in zwei getrennten, sondern in einer Operation ausführt.

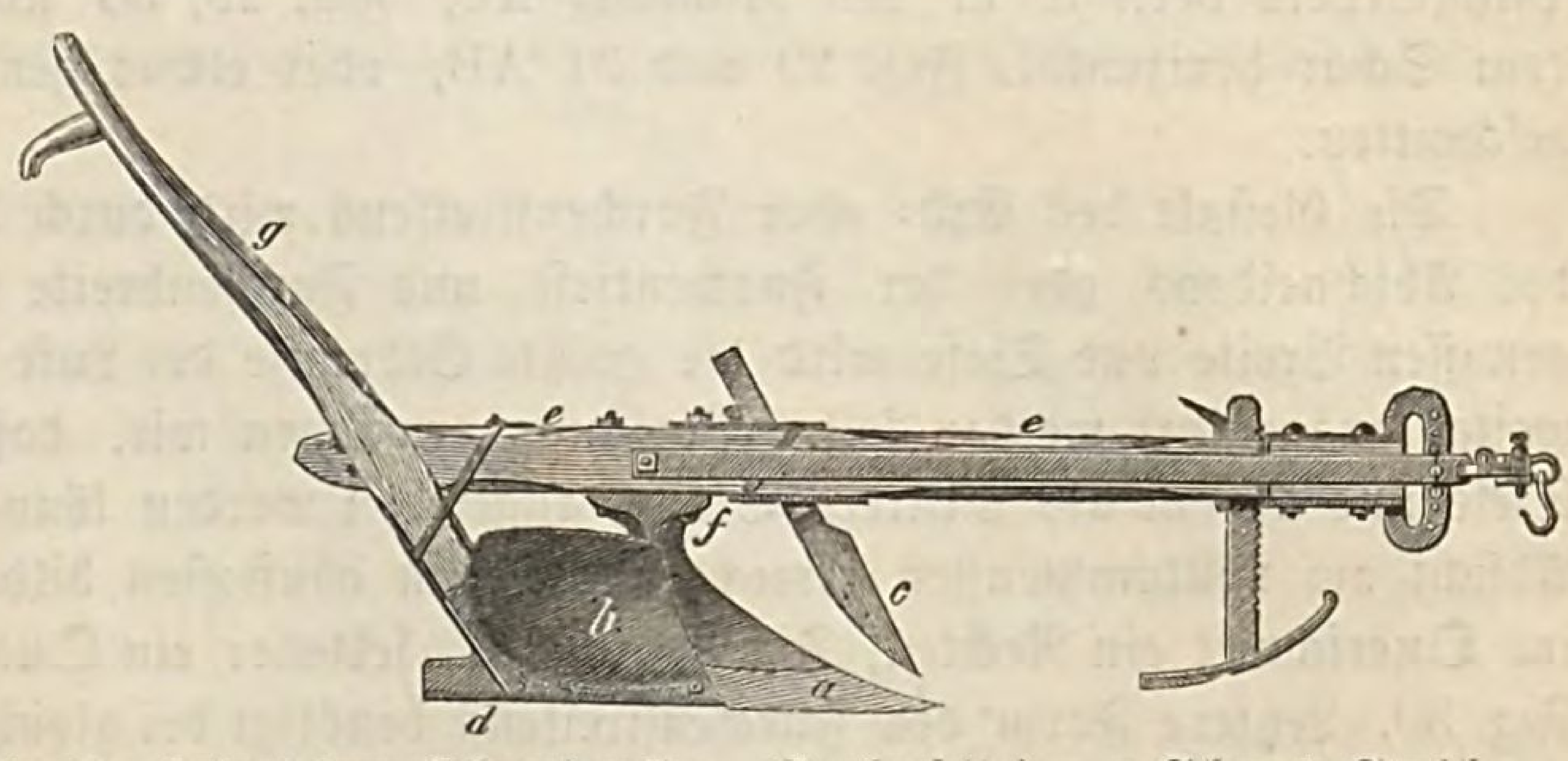


Fig. 27. Hohenheimer Schraubenpflug. (Furchenseite.) — a Schar, b Streichbrett, f Griessäule, d Sohle, c Sech, e Pflugbaum, g Sterze.

Der wesentlichste Teil des Pfluges ist der Pflugkörper, Fig. 27 abdf, welcher durch den Pflugbaum e, und die Zugvorrichtung, Fig 28 ik, mit der Zugkraft verbunden ist. Von dem Pflugkörper verrichten das Schar a und das Streichbrett b die eigentliche Pflugarbeit, während die übrigen Teile desselben, die Griessäule f, die Landseite (der ausgesparte Raum zwischen efad in Fig. 28) und die Sohle d zur Verbindung des Schares und Streichbrettes mit dem Pflugbaume dienen. Zuweilen wird durch das Schälschar (Fig. 34 S. 96) und das Sech c die Arbeit des Pflugkörpers vorbereitet. Der Pflugbaum verbindet sämtliche Pflugteile zu einem Ganzen. An demselben sind rückwärts die Sterzen oder Handhaben g zur Führung des Pfluges und vorn die Zugvorrichtung angebracht, welche aus der Stell- (Regulator Fig. 28i), der Unterstützungs- (Vordergestell 2c. lm) und der Anspannvorrichtung k besteht.

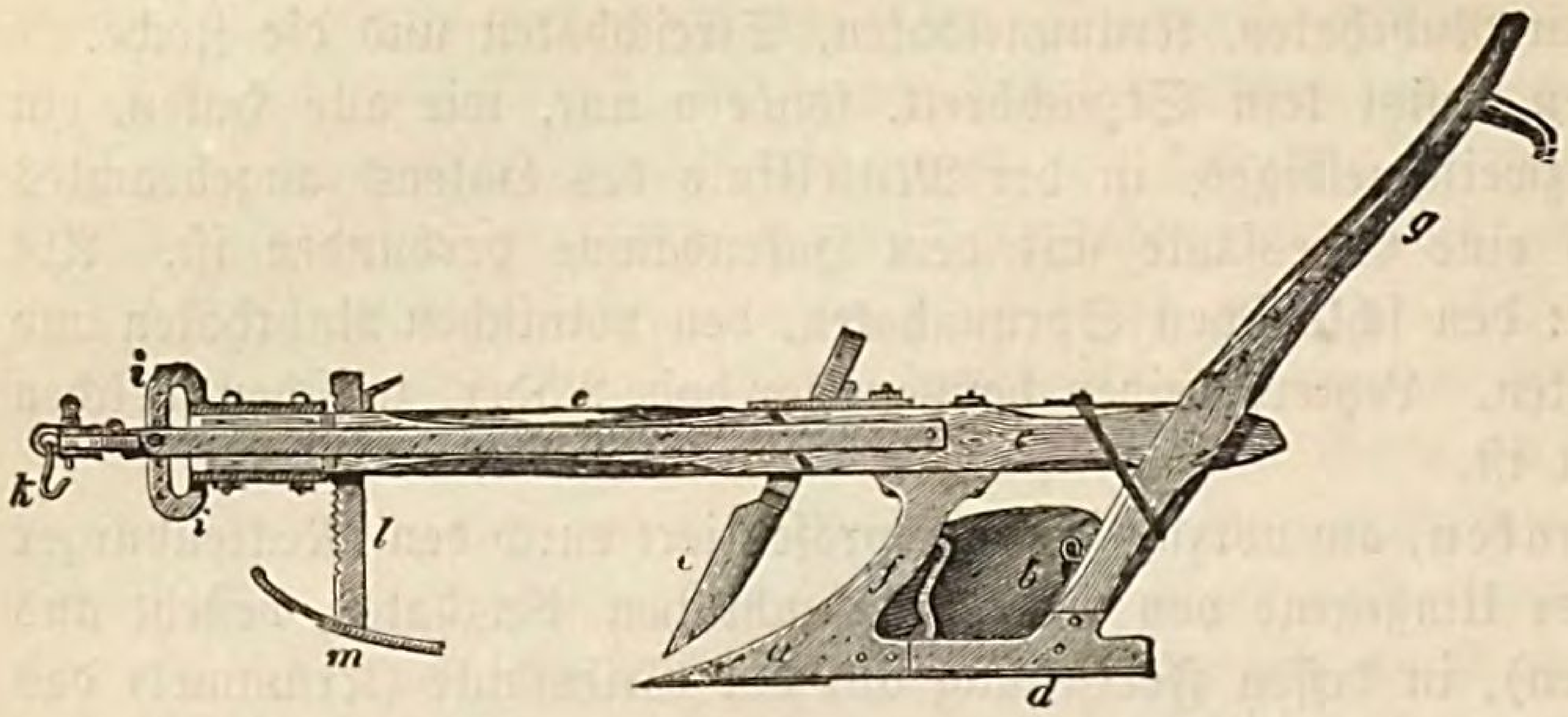


Fig. 28. Hohenheimer Schraubenpflug (Landseite). — a—g wie bei Fig. 27, i Regulator, k Zughaken, lm Schleifstelze; Gewicht 53 kg; Preis 49,5 ℳ., 24 fl. 50 Kr.

1. Die Wirkungsweise des Pfluges.

Die Arbeit des Pfluges wird leichter verständlich, wenn die einzelnen Arbeitsmomente: 1. das Abschneiden, 2. das Umwenden und 3. das Lockern eines Erdstreifens, trotzdem sie zu gleicher Zeit ausgeführt werden, getrennt betrachtet werden.

Das Abschneiden des Erdstreifens erfolgt nach zwei Richtungen. Gewöhnlich wird der Boden zuerst mit dem Sech oder auch mit der vorderen Kante des Pflugkörpers vertikal in der Richtung AC, Fig. 29, 30 und 31 und dann mit dem Schar horizontal, Fig. 29 und 31 AB, oder etwas geneigt Fig. 30 AB abgeschnitten.

Die Gestalt des Erd- oder Furchenstreifens wird durch die Tiefe und Breite des Abschneidens oder der Furchentiefe und Furchenbreite bestimmt. Bei einer gewissen Breite und Tiefe wird die größte Erdmasse der Luft ausgesetzt, wie später weiter ausgeführt werden soll. Vorläufig erwähnen wir, daß 18 cm als mittlere Tiefe und 25 cm als mittlere Breite angesehen werden können, bei welcher jene Absicht am vollkommensten erreicht wird. Am häufigsten bildet der Furchenstreifen im Querschnitt ein Rechteck, Fig. 29 und 31, seltener ein Quadrat oder ein Trapez, Fig. 30. Letztere Form des Furchenstreifens benötigt bei gleicher mittlerer Furchentiefe mehr Zugkraft, nachdem das Schar einen längeren Schnitt, Fig. 30 AB, gegen Fig. 29 AB, zu machen hat. Die Form des Furchenstreifens nimmt wesentlichen Einfluß auf die weitere Pflugarbeit und bestimmt die Beschaffenheit der Oberfläche des gepflügten Landes.

Das Umwenden des abgeschnittenen Erdstreifens wird mit dem Streich-

brett ausgeführt, welches die Streifen entweder dachförmig aufeinander, Fig. 29 und 30, oder nebeneinander, Fig. 31, hinlegt. Durch das Umwenden soll nicht nur die Narbe in den Boden gebracht werden, sondern gleichzeitig der über die Bodenebene XY hervorragende, der Luft ausgesetzte Bodenteil die größte Masse, im Querschnitte die größte Oberfläche besitzen.

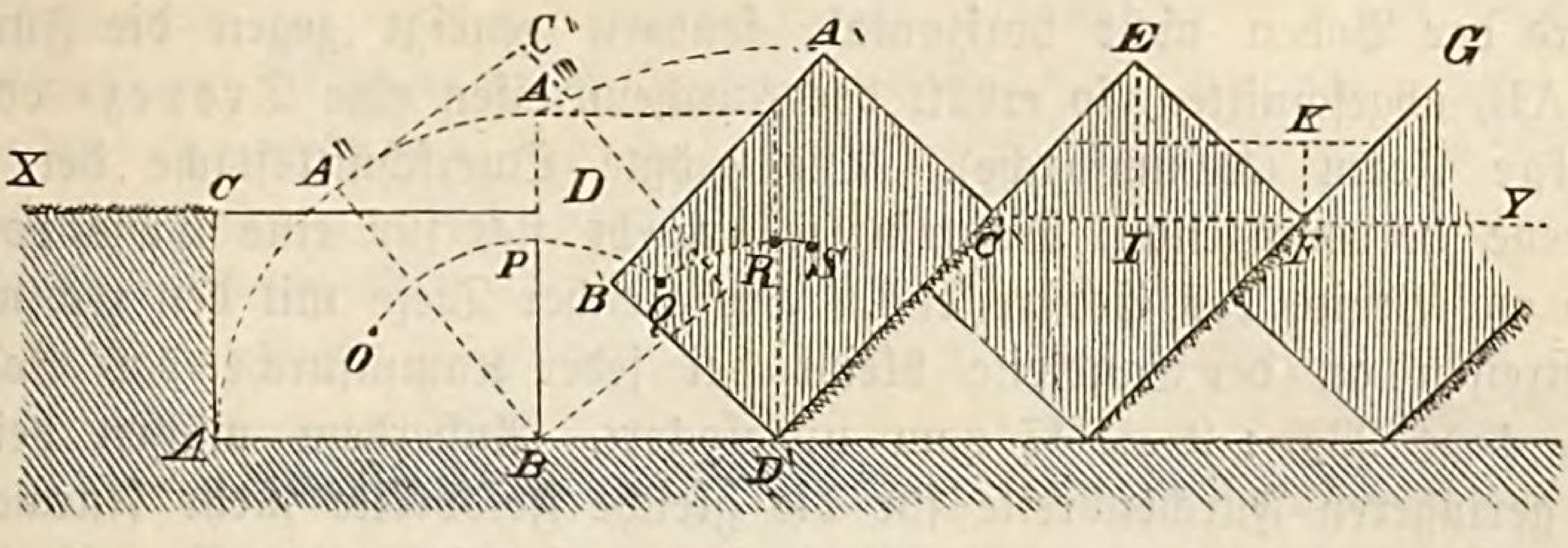


Fig. 29. Kantfurchen.

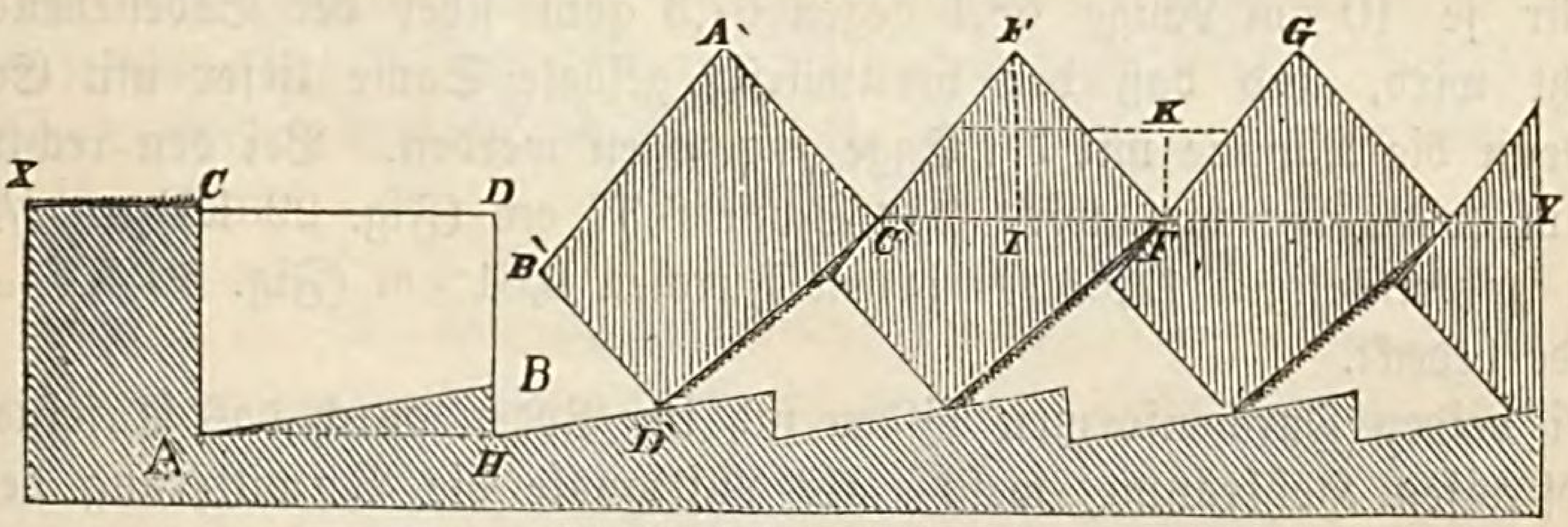


Fig. 30. Kammfurchen.

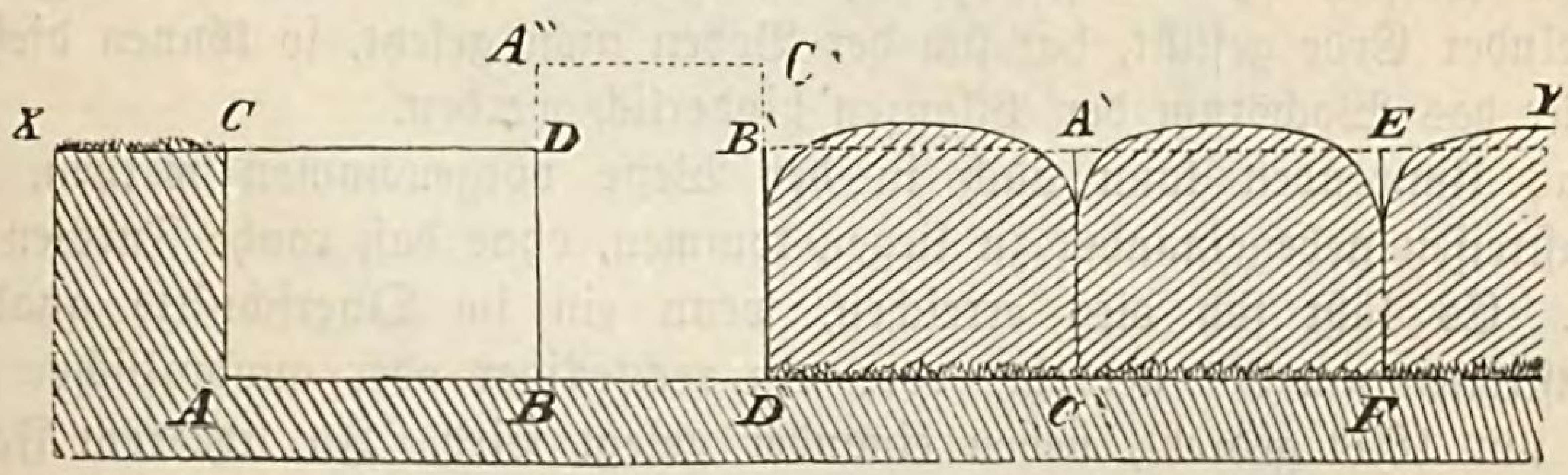


Fig. 31. Glattfurchen.

Fig. 29, 30 und 31. Querschnitte durch verschiedene Furchenstreifen und Darstellung ihrer Bildungsweise — (S. d. Text).

Diese größte Oberfläche wird bei dem rechtwinkeligen Furchenstreifen (Kantfurche) erreicht, wenn der hervorragende Kamm, Fig 29 C_1EF, im Querschnitte ein gleichschenkeliges Dreieck bildet. Es ist dies für eine bestimmte Furchentiefe nur möglich, wenn die Furchenbreite 1,414 mal der Furchentiefe genommen wird; der Furchenstreifen wird dann mit einer Neigung von 45° hingelegt. Ist daher in unserem Falle (Fig. 29) die Furchentiefe 18 cm, so wird die vorteilhafteste Furchenbreite 25,4 cm ausmachen.

In dem gleichschenkelig rechtwinkeligen Dreieck C_1EF, Fig. 29, ist $C_1F = EG = AB =$ Furchenbreite b; $EF = C_1E = CA =$ Furchentiefe t. Es ist daher in dem rechtwinkeligen Dreieck C_1EF, $C_1F^2 = C_1E^2 + EF^2$ oder $b^2 = t^2 + t^2 = 2\,t^2$ oder $b = t\,\sqrt{2} = 1{,}414$ t.

Die Wendung des Furchenstreifens erfolgt zuerst um 90°; er kommt dabei aus der Lage ABCD allmählich in die Lage $A_2BC_2D_2$ und $A_3BC_3D_1$, während der

Schwerpunkt des Furchenstreifens von O bis P steigt und wieder bis Q fällt. Weiterhin wird der Erdstreifen nicht mehr um den Punkt B, sondern um den Punkt D_1 um 45° gedreht, während der Schwerpunkt neuerdings bis R gehoben wird, um schließlich wieder bis S zu fallen. Die Gesamtdrehung des Erdstreifens, während welcher der Schwerpunkt von O—S rückt, beträgt somit 135°.

Wird der Boden nicht horizontal, sondern geneigt gegen die Furchenseite, Fig. 30 AB, abgeschnitten, so erhält der Furchenstreifen eine Trapez- oder spitzwinkelige Form (Kammfurche). Die größte Querschnittsfläche der über die Bodenebene hervorragenden Kammfurche ergiebt sich für eine Tiefe von 18 cm bei 23,5 cm Breite des Erdstreifens. Bei gleicher Tiefe mit den rechtwinkeligen Furchenstreifen an der Landseite bleibt bei jeder Kammfurche das Bodendreieck $ABH = 4 \times 23{,}5 : 2 = 47$ qcm ungelockert. Außerdem müssen bei der um 1,5 cm geringeren Furchenbreite für die gleiche Feldbreite mehr Furchen aufgeworfen werden. Gegenüber diesen Nachteilen verschwindet der Vorteil, daß mehr Erde für je 10 cm Länge 68,1 gegen 67,3 qcm über der Bodenebene der Luft ausgesetzt wird, und daß der breitwürfig gesäete Same tiefer mit Erde bedeckt wird, wenn die Kämme mit der Egge zugezogen werden. Bei den rechtwinkeligen 12,75 cm hohen Furchen wird der Same 6,37 cm (Fig. 29 $KF = \frac{1}{2}$ EI) und bei den spitzwinkeligen 13,63 cm hohen Furchen 6,81 cm (Fig. 30 $KF = \frac{1}{2}$ EI) mit Erde bedeckt.

Bei beiden Furchenformen bilden sich im Boden durch das Aufeinanderlegen der Erdstreifen Hohlräume, welche als Luftkanäle die Verwitterung des Bodens befördern können. Haben sich jedoch dieselben bis zur Saatbestellung nicht mit abbröckelnder Erde gefüllt, hat sich der Boden nicht gesetzt, so können diese Lücken leicht für das Wachstum der Pflanzen hinderlich werden.

Das Umwenden kann auch in der Weise vorgenommen werden, daß die Furchenstreifen nebeneinander zu liegen kommen, ohne daß rauhe Furchen gebildet werden. Es läßt sich dies erreichen, wenn ein im Querschnitte quadratischer Furchenstreifen um 90° gedreht, oder ein rechteckiger oder quadratischer Furchenstreifen um 180° gedreht, neben einander gelegt wird. In letzterem Falle wird ein vollständiges Umdrehen des Erdstreifens, wie bei der Spatenarbeit erzielt, indem die benarbte Seite auf die Furchensohle, die untere Seite AB des Furchenstreifens nach aufwärts in die Lage A_1B_1 gebracht wird. Der gepflügte Boden bildet dann, wie im Querschnitte Fig. 31 eine glatte Fläche. Diese Form der Pflugarbeit kann mit jedem Pflug, am leichtesten mit den Glatt- und Wechselpflügen ausgeführt werden. Die Glattfurche bietet den Vorteil, daß die Narbe vollkommen in den Boden gebracht, und der am meisten von der Luft abgeschlossen gewesene Boden nach aufwärts gebracht, dem Einflusse der Verwitterungsagentien ausgesetzt wird. Außerdem werden die Hohlräume beseitigt, welche bei der in Fig. 29 und 30 dargestellten Pflugarbeit entstehen. Da die Furchen neben einander gelegt werden, so ist es auch nicht, wie dort erforderlich, beim Zusammenstoßen zweier Beete Doppelfurchen offen stehen zu lassen. Diese Pflugarbeit ist deshalb bei allen thätigen Bodenarten, die leicht austrocknen, unbedingt jeder anderen vorzuziehen.

Das dritte Moment, welches bei der Arbeit des Pfluges Beachtung verdient, ist das Lockern des Bodens. Das Lockern und das Umwenden des Erdstreifens

sind zwei Verrichtungen des Pfluges, welche sich entgegen stehen, indem ein Pflug, der gut lockert, schlecht oder gar nicht wendet, wie die Krümel- oder Schüttpflüge. Umgekehrt wird ein Pflug, der die Erdstreifen vortrefflich umlegt, den Boden nicht genügend lockern. Ob der Boden mehr gelockert oder vollkommener gewendet wird, hängt davon ab, ob das Umlegen des Erdstreifens um 135° bei den gewöhnlichen Beetpflügen, oder um 180° bei den Glattpflügen plötzlich, oder sehr sanft erfolgt. Plötzlich wird der Erdstreifen umgelegt, wenn der Pflug mit einem großen Winkel, etwa mit 45° in den Boden eindringt, daher bald, allerdings mit verhältnismäßig größerem Kraftaufwand, die nötige Drehung des Erdstreifens, unter gleichzeitigem Zerbrechen und Krümeln desselben vollführt. Langsam und ohne viel in seinem Zusammenhange gestört zu werden, wird der Furchenstreifen umgelegt, wenn der Pflug mit sehr spitzem Winkel in den Boden eindringt. Gegenüber dem ersten Falle muß jedoch das Streichbrett viel länger sein, damit der Erdstreifen um 135° gedreht werden kann. Ist das Streichbrett übermäßig lang, so vermehren sich die Reibung und die Belastung durch den länger auf dem Pflug ruhenden Erdstreifen. Bei welcher Länge die Widerstände am geringsten ausfallen, ist bisher noch nicht theoretisch festgestellt. Vgl. C. R. v. Kleyle, Der Pflug, der Anhäufler und der Wühler. Wien 1851.

2. Die Bestandteile des Pfluges.

1. Das Sech (Messer, Pflugmesser, Kolter, Fig. 32), welches gewöhnlich die Form eines großen Messers besitzt, hat die Bestimmung den Boden vor dem Schar in der erforderlichen Breite vertikal abzuschneiden. Im bindigen Boden ist es unentbehrlich; im losen kann die vordere Kante des Pflugkörpers dessen Arbeit verrichten. Bei guter Beschaffenheit und richtiger Stellung trägt es viel zur Reinheit des Furchenabschnittes bei.

Das Sech wird gewöhnlich aus Schmiedeeisen hergestellt und die Schneide an der Landseite gut mit Stahl belegt, damit sich dieselbe beim Gebrauche selbst schärft. Die Klinge ist 6,5—8 cm breit. Die Dicke des Messerrückens richtet sich nach der Festigkeit und Vernarbung des Bodens, für gewöhnliche Pflugarbeit beträgt sie 10—15 mm. Der Querschnitt des Messers bildet ein rechtwinkeliges Dreieck, dessen eine längere Seite platt an der Landseite anliegt, damit der Abschnitt rein ausgeführt wird.

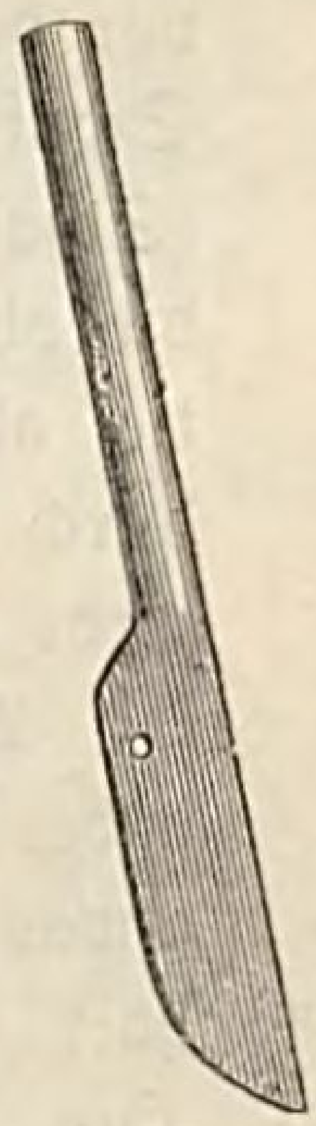


Fig. 32. Pflug-Sech von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich.

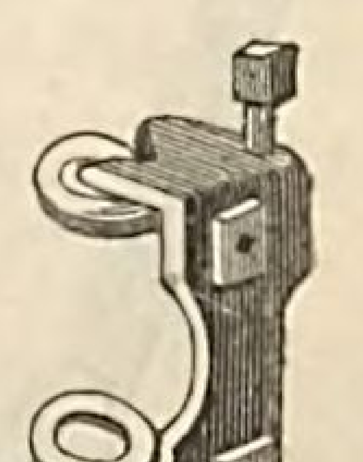


Fig. 33. Schmiedeeiserne Laufbüchse zur Befestigung des Pflugmessers — von J. & F. Howard — Bedford.

Das Sech ist vor dem Schar, am Pflugbaum derart zu befestigen, daß es leicht und unverrückbar in die entsprechende Lage gebracht und zum Schärfen weggenommen werden kann. Das Durchschieben und Festkeilen des kantigen oder runden Messerstiels in einem Loch ist wegen der Schwächung des Pflugbaumes am unzureichendsten. Sicherer und vorteilhafter ist die englische Befestigung der Laufbüchse, Fig. 33, mit Stellschraube, oder die amerikanische (Fig. 41, S. 101), bei welcher das an den Pflugbaum angelegte Sech durch einen verschraubten Bügel festgehalten wird.

Die Stellung des Seches richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit. Am leichtesten überwindet das Messer den Widerstand im Boden, wenn es mit dem Pflugbaum, die Spitze nach vorwärts, einen Winkel von 50—60° bildet. Bei stark mit Wurzeln durchsetztem Boden verstopft sich bei schräger Sechstellung der Winkel zwischen Sech und Pflugbaum mit Wurzelwerk, welches an der Schneide emporgeschoben wird. In diesem Falle empfiehlt sich eine der Senkrechten sich nähernde Stellung, wenn auch dadurch das Eindringen des Pfluges in den Boden erschwert wird.

Die Spitze des Seches wird gewöhnlich um etwa 16 cm vor und 2,5 cm höher als die Scharspitze gestellt. Zweckmäßiger ist es, das Sech bis zur Tiefe der Sohle herabgehen zu lassen, damit der Erdstreifen zur vollen Tiefe vertikal durchschnitten werde. Zur Verminderung der Reibung des Pflugkörpers an der Landseite stellt man das Sech etwas in das Land hinein und zwar parallel zur Landseite des Pfluges. Um diese Stellung ausführen zu können, hat der Schaft des Seches bei dem Übergang zur Klinge eine Biegung, die gegen die Landseite gerichtet ist (s. Fig. 27, S. 91).

Bei manchen amerikanischen Adlerpflügen, welche auf steinigen, vernarbten Böden gebraucht werden, wird das Sech dem Schar unmittelbar als Fortsetzung auf der Landseite angesetzt (Nasensech). Für Moorboden verwendet man sog. Radseche (Fig. 53, S. 109). Letztere bestehen aus einer scharfrandigen Scheibe von etwa 30 cm Durchmesser, welche sich bei der Fortbewegung des Pfluges in entgegengesetzter Richtung dreht und daher sicherer als das Messer den Boden zerschneidet.

Bei manchen englischen Pflügen wird für den Umbruch von vernarbtem Boden vor dem Sech oder an Stelle desselben ein kleines, an einem Schaft befestigtes Schar mit Streichbrett, ein Schälsech (Schälschar, Skim, Fig. 34) angebracht. Mit demselben wird die oberste Bodenschichte, die Grasnarbe, Stoppel 2c. 4—8 cm tief abgeschält und in die vorangegangene Furche gelegt, um durch den hinter ihr umgelegten Furchenstreifen sicher mit Erde bedeckt zu werden.

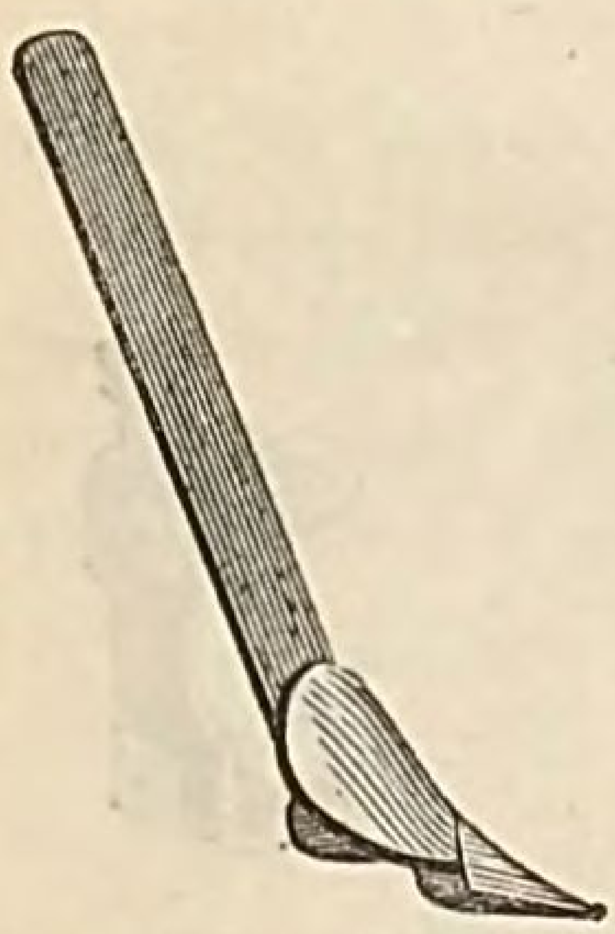


Fig. 34. Schälsech (Skim) von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich.

2. Das Schar (Pflugeisen, Fig. 35, 36) hat die Aufgabe, den Erdstreifen in der Tiefe horizontal abzuschneiden, etwas zu lüften und dem Streichbrett zu übergeben. Es erhält die Gestalt eines Dreieckes oder eines Trapezes, oder eine pfeilförmige Form mit doppelten Schneiden, Fig. 37, wie bei Wechsel- und Häufelpflügen. Für steinigen Boden bestimmte Schare erhalten meißelförmige Verlängerungen (Grignon-Pflug).

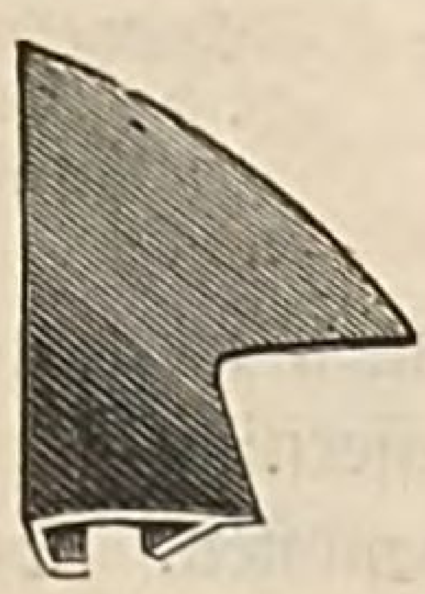


Fig. 35. Pflugschar von Ransomes, Head & Jefferies für rechteckige Arbeit.

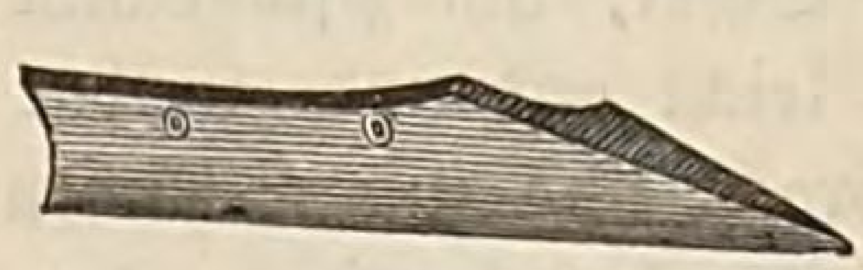


Fig. 36. Pflugschar aus Schmiedestahl von Gebrüder Eberhardt — Ulm a. D. — Gewicht 1,5—2 kg; Preis 1,5—2 ℳ.

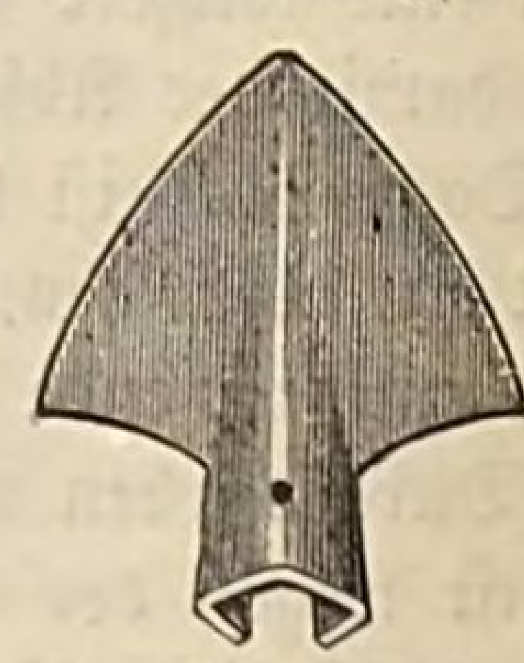


Fig. 37. Häufelpflugschar von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich.

Die Schneide des Schares bildet mit der Pflugsohle einen Winkel von 20 bis 60°. Je kürzer der Pflugkörper und je lockerer der Boden, um so größer (bei dem Ruchadlo 60°), und je länger der Pflugkörper und je mehr Widerstand der Boden dem Eindringen des Schares entgegenstellt, um so kleiner (bei dem Pflug von Kleyle 45°, bei englischen Pflügen 30°) muß dieser Keilwinkel genommen werden.

Die Breite des Schares variiert zwischen 16—30 cm bei einer Länge von 26—30 cm. Die schmälsten Schare, Fig. 35, besitzen die englischen Pflüge, welche den Erdstreifen nicht vollständig horizontal durchschneiden, sondern an der Furchenseite ein Stück durch Losreißen abtrennen. Die breitesten Schare besitzen die Landpflüge, der amerikanische Pflug von Nourse 2c. Die Oberseite der Schare ist zuweilen etwas gewölbt, damit ein allmählicher Übergang zum Streichbrett stattfindet. Damit keine unebene Fläche der Fortbewegung des Erdstreifens Widerstand leiste, muß das Schar möglichst dicht an das Streichbrett gefügt und die Schrauben, welche das Schar an dem Streichbrett befestigen, versenkt werden.

Das Schar, welches einer großen Abnutzung unterliegt, wird entweder aus Schmiedeeisen, Stahl oder Hartguß hergestellt. In England werden die gegossenen Schare nach Robert Ransome zum Selbstschärfen eingerichtet, indem man sie an der Oberseite aus weichem und an der Unterseite aus hartem Guß anfertigt. Für zerbrochene Schare muß stets eine entsprechende Anzahl von Reserveschаren in Vorrat gehalten werden. Schmiedeeiserne Schare, welche sich schneller als Gußschare abnutzen, sind öfters zum Schärfen von dem Pflugkörper abzunehmen, weshalb sie nicht durch Nieten mit diesem verbunden sein dürfen.

Die Scharspitze (Nase) wird gewöhnlich um einige Millimeter (6—8) unter die Ebene der Pflugsohle und kaum merklich gegen die Landseite hin gebogen. Ist die Spitze zu viel nach abwärts gerichtet, so dringt der Pflug zu tief in den Boden (geht auf der Nase); im entgegengesetzten Falle hat er das Bestreben, aus dem Boden herauszukommen.

Bei einigen englischen Pflügen (von Ransomes, Howard) läßt sich die Scharspitze durch einen Hebel stellen. Bei dem Schar des Eckert'schen Pfluges (Fig. 43, S. 101) besteht der am meisten der Abnutzung unterliegende Teil, die Scharspitze, aus einem verstellbaren 40—50 cm langen und 5 cm breiten Stahlmeißel, welcher 2—3 cm hervorragt und umgedreht wird, wenn er sich abgenutzt hat.

3. Das Streichbrett (Rüster, Rüsterbrett, Riester) hat die Bestimmung, den abgeschnittenen Erdstreifen meistens um 135° derart umzulegen, daß ein möglichst großer Bodenteil der Luft ausgesetzt und der Boden gelockert werde (s. S. 93). Am unvollkommensten wendet das gerade, platte Streichbrett der alten Landpflüge; vollkommen das gewundene Streichbrett der neueren Pflüge. Von den Dimensionen des Streichbrettes nach Länge und Breite hängt es gleichfalls ab, ob der Furchenstreifen vollkommen, langsam oder schnell (S. 95) umgelegt wird. Die Länge des Streichbrettes variiert bei verschiedenen Pflügen zwischen 26 und 160 cm. Bei einem im Verhältnisse zur Breite langen Streichbrett genügt eine flache, sanfte Windung; im Durchschnitte bei einem, mit Inbegriff des Schares, dessen obere Fläche mit berücksichtigt werden muß, 135 cm langen Streichbrett auf jeden Centimeter 1 Grad, um den Furchenstreifen um 135 Grade zu drehen.

Der Erdstreifen wird daher mit einem langen Streichbrett sanft und vollkommen umgelegt, aber nur wenig gelockert. Kurze Streichbretter krümeln dagegen den Boden viel kräftiger, wenden aber unvollkommener. Letztere Streichbrettform kann wegen der erforderlichen Steilheit der Windung mit vollem Erfolge nur in einem leicht verschiebbaren Boden verwendet werden.

Einige der weitverbreitetsten Pflugformen, das böhmische Ruchadlo (I), der Hohenheimer Schraubenpflug, Fig. 27 u. 28 (II) und der Pflug von Ransomes (III) besitzen folgende Dimensionen des Streichbrettes:

	I.	II.	III.
Länge des Schares und Streichbrettes	37 cm	96 cm	103 cm
Abstand des Streichbrettes von der Landseite (Breite) . . .	36 „	48 „	44 „
Verhältnis der Breite zur Länge	1:1 „	1:2 „	1:2,3 „
Höhe des Streichbrettes	36 „	31 „	32 „

Die Art der Windung des Streichbrettes läßt sich theoretisch nicht feststellen, da auf dieselbe die Verschiedenheit und die Änderungen des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens zu sehr Einfluß nehmen. Häufig formt man das Streichbrett als den Abschnitt einer Schraubenwindung (gewöhnlich 3/8 eines Schraubenumlaufes) entsprechend den Punkten A, A_2, A_3 und A_1, in Fig. 29 (S. 93), welche der Punkt A bei der Wendung des Erdstreifens allmählich erreicht. Zweckmäßiger ist es jedoch, die Windung des Streichbrettes der Veränderung der Lage des Schwerpunktes anzupassen. Mit Rücksicht auf diesen muß die Hebung des Erdstreifens zwischen dem Schwerpunkte O und dem Punkte A der Landseite erfolgen, wenn eine Drehung des Erdstreifens um B stattfinden soll. Im Anfang, bis der Schwerpunkt von O nach P gehoben ist, muß die Windung des Streichbrettes allmählich zunehmen, darüber hinaus kann die Windung wieder abnehmen. Eine gleichmäßige Schraubenwindung kann daher nicht als die zweckmäßigste Form für das Streichbrett angesehen werden; entsprechender ist die Form einer langgezogenen Spirale.

Am anschaulichsten wird die Windung des Streichbrettes dargestellt durch die Neigung ener schrägen Linien, welche sich ergeben, wenn man den Pflugkörper durch Ebenen senkrecht auf die Sohlenfläche und die Landseite durchschneidet. Für das Ruchaldo (I), den Hohenheimer Pflug (II) und den Pflug von Ransomes (III) giebt Reitlechner (Lehrbuch d. landw. Maschinenlehre. Wien 1869, S. 113 u. 120) den Neigungswinkel dieser schrägen Linien für je 2 Zoll (5,25 cm) wie folgt an:

	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
I.	12°	13,5°	16°	22,5°	36,5°	57,5°	90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	+1,5°	2,5°	6,5°	14°	21°	32,5°													
II.	23°	23°	23°	23,5°	25,5°	28°	32,5°	42°	52°	62°	70,5°	78,5°	88°	99,5°	109,5°	117°50'	125,5°	130°40'	—
	+0°	0°	0,5°	2°	2,5°	4,5°	9,5°	10°	10°	8,5°	8°	9,5°	11,5°	10°	8°20'	7°40'	5°10'		
III.	22°	23,5°	24°	29,5°	39,5°	49,5°	58°	68°	74,5°	82,5°	91°	98°	103,5°	109°	115°	120°	124°	127°	128,5°
	+1,5°	0,5°	5,5°	10°	10°	8,5°	8°	8,5°	8°	8,5	7°	5,5°	5,5°	6°	5°	4°	3,5°	1°	

Von geringerem Einflusse auf die Arbeitsleistung des Streichbrettes ist die Beschaffenheit der zur Windung des Streichbrettes angewendeten Fläche. Dieselbe kann entweder eben, wie bei dem Hohenheimer Schraubenpflug, dem Kleyle'schen

Pflug, oder hohl (konkav), wie bei dem Ruchadlo, dem flandrischen Pflug, oder ausgebaucht (konvex), wie bei dem Grignon=Pflug, dem Pflug von Ransomes sein.

Die Streichbretter werden nur mehr selten aus mit Eisenblech beschlagenem Holz angefertigt. Gewöhnlich nimmt man zu denselben Schmiedeeisen, welches im rotglühenden Zustande in einer Rüsterpresse in die richtige Form gebogen wird. Von noch gleichmäßigerer Form sind gußeiserne Streichbretter herzustellen, dieselben besitzen jedoch den Nachteil, daß sie leichter dem Bruch ausgesetzt sind. In neuerer Zeit werden sie daher von feinpolierten, gußstählernen Streichbrettern verdrängt.

Um eine geringere Sprödigkeit bei gleicher Härte, wie das Stahlstreichbrett zu erzielen, werden von A. J. Nellis & Co. in Pittsbourgh (Amerika) Streichbretter fabriziert, welche im Querschnitte eine 2 mm starke schmiedeeiserne Schichte zeigen, die beiderseits von einer Stahlschichte umkleidet ist. Um die Reibung des Erdstreifens am Streichbrett zu vermindern, läßt R. Sack=Plagwitz aus einem hinter demselben angebrachten 10 l fassenden Wassergefäß A, Fig. 48, S. 106 durch seine Bohrungen zwischen Schar und Streichbrett Wasser auf die Oberfläche des letzteren fließen.

4. Die Griessäule (Pflugsäule), Fig. 38, dient zur Verbindung der einzelnen Teile des Pflugkörpers (Schar, Streichbrett, Sohle) unter einander und mit dem Pflugbaum. Bei einigen Pflügen (Kleyle, Zugmayer — Wiener = Neustadt, Vidats—Pest) ist sie nicht, wie gewöhnlich, fest, sondern beweglich mit dem Pflugbaum verbunden, damit der ganze Pflugkörper zur Erreichung einer größeren Furchentiefe gesenkt und gehoben werden kann.

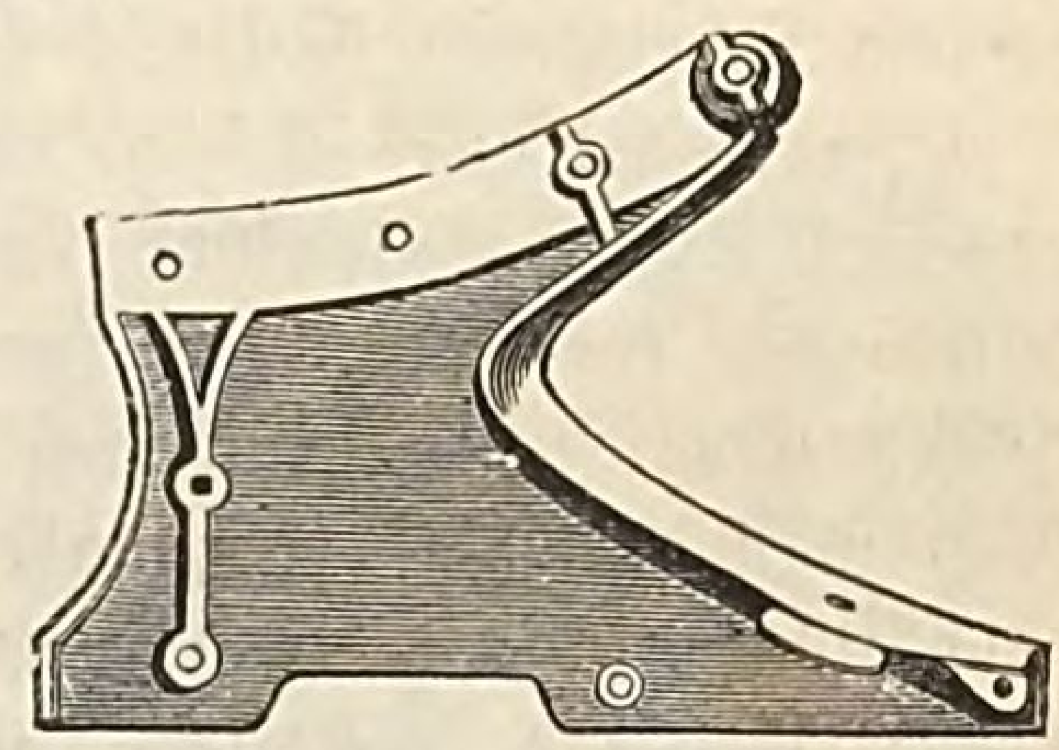


Fig. 38. Gußeiserne Griessäule von Ransomes, Head & Jefferies.

5. Die Sohle (Schlitten) sichert den ruhigen Gang des Pfluges dadurch, daß sie ihm die nötige Unterstützung giebt. Bei den alten Landpflügen besteht die Sohle aus einem breiten, zuweilen mit Eisenschienen beschlagenen Brett, welches, abgesehen von der raschen Abnutzung, den Nachteil mit sich bringt, daß die Furche fest zusammengeschliffen wird. Zweckmäßiger sind 2—7 cm schmale, 50—115 cm lange, eiserne Sohlen, welche gewöhnlich an der Landseite etwas aufgebogen werden. (Englische Schlittenform, Fig. 39.) Bei einigen Pflügen wird die ganze Landseite von der Sohle aufwärts bis zum Pflugbaum durch das sog. Molterbrett (Landseite) geschlossen.

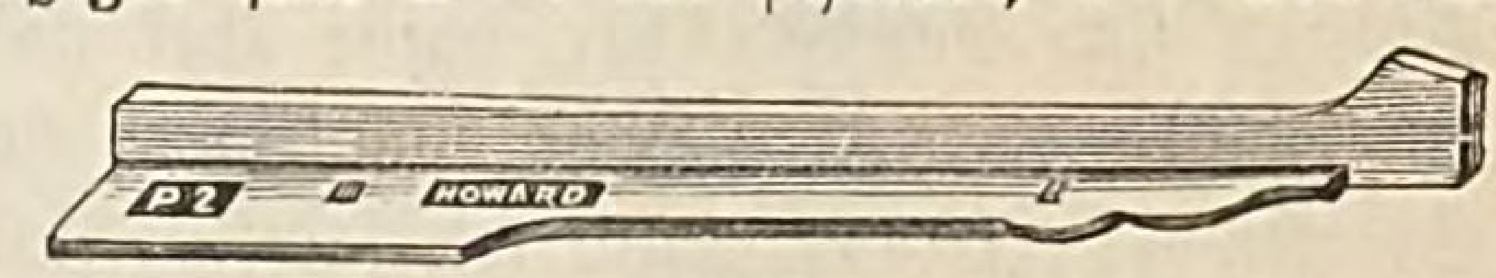


Fig. 39. Schlittenpflugsohle von J. u. F. Howard.

Um das Auswechseln der ganzen abgenutzten Sohle zu ersparen, wird zuweilen rückwärts an der Sohle, z. B. bei dem Grignon=Pflug, ein kurzes Eisenstück (Ferse) angeschraubt, welches nach Bedarf nur allein ausgewechselt wird.

Bei manchen Pflügen (Sack — Plagwitz, Fig. 40, Eckert—Berlin) sucht man die immerhin erhebliche gleitende Reibung der Sohle durch Umwandlung in rollende Reibung ab=

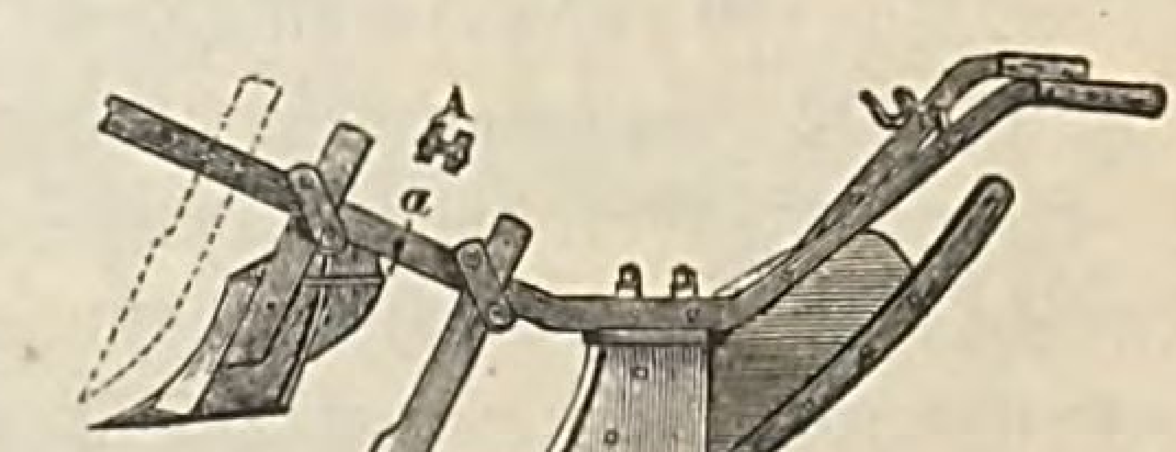


Fig. 40. Landseite des Gußstahl=Rajolpfluges für 30—50 cm Tiefgang von R. Sack—Plagwitz. — A Querschnitt des Doppel=Grindels bei a, F Sohle, welche an Stelle des Antifriktionsrades C gesetzt werden kann; Gewicht 170 kg, Preis 85 M.

zumindern. Zu diesem Zwecke werden an Stelle der Sohle und Landseite eine oder mehrere Antifriktionsrollen angebracht. Diese Vorrichtungen müssen jedoch sehr sorgfältig ausgeführt werden, wenn nicht die erhöhte Zapfenreibung durch das Verschmieren der Zapfen mit Erde den beabsichtigten Erfolg illusorisch machen soll.

6. Der Pflugbaum (Grindel) verbindet den Pflugkörper, das Sech ꝛc. mit der Zugkraft und dient zur Aufnahme der Führungs- und Stellungsvorrichtungen. Der Grindel muß hinreichende Stärke besitzen, da derselbe allen zu besiegenden Widerständen Trotz bieten muß. Bei den kontinentalen und amerikanischen Pflügen wird derselbe gewöhnlich aus Holz (Buchen-, junges Eichen-, Eschen-, Hickory-, Birkenholz ꝛc.), bei den englischen Pflügen aus Eisen angefertigt. Um die eisernen Grindel bei möglichst geringem Gewicht hinreichend dauerhaft zu machen, verwendet man zu ihrer Herstellung[1]): 1. massives Walzeisen mit rechtwinkeligem Durchschnitte (Howard's Pflüge, Fig. 46, S. 105), 2. Doppelschienen (Spaltgrindel bei Ransome's Pflügen), welche durch eingesetzte Gußteile von einander gehalten sind, um das Sech ꝛc. aufzunehmen, 3. Röhren aus Walzeisen oder Stahl mit rundem oder ovalem Querschnitte, 4. gewalztes sog. Formeisen, meistens mit **T** oder **I**förmigem Querschnitt (Eckert's Pflüge, Fig. 43, S. 101).

Je länger (1,8—2,5 m) der Pflugbaum ist, desto empfindlicher wird derselbe gegen Stöße und seitliche Abweichungen. Bei Schwingpflügen wird er zur Erleichterung der Führung kürzer genommen, als bei Räderpflügen. Gewöhnlich erhält er eine gerade, zuweilen auch eine geschwungene Form. Im letzteren Falle sucht man durch Anbringung einer Sicherheitskette oder -Stange (Grignon-Pflug) oder einer Zugschiene (Hohenheimer Schraubenpflug, Fig. 27, S. 91) am Pflugkörper oder nahe demselben am Pflugbaum den Zug in direkter Linie wirken zu lassen, um den Grindel gegen die nachteilige Einwirkung der Stöße zu sichern.

7. Die Sterzen (Handhaben). Bei leichterem Boden genügt zur Führung des Pfluges eine in der Ebene der Landseite, rückwärts am Pflugbaum gut befestigte Sterze (Sattelsterze). Für steinigen Boden, zum Aufbruch von Wiesenland wird dagegen die sichere Führung des Pfluges durch die Anbringung einer zweiten Sterze (Furchensterze) wesentlich erleichtert. Die Sterzen werden wie der Pflugbaum entweder aus Holz oder Eisen angefertigt. Lange (0,80—0,90 m) Sterzen sind empfindlicher, dafür aber unbequemer bei dem Umkehren des Pfluges am Feldrande. Ihre Höhe vom Boden beträgt 77—88 cm; der Abstand von zwei Sterzen 45—70 cm. Am wirksamsten sind dieselben gestellt, wenn ihre Verlängerungslinie mit dem Mittelpunkte des Widerstandes am Pflug zusammenfällt.

8. Die Zugvorrichtung. a. Das Vordergestell (Vorderkarre). Die Unterstützung des Pflugbaumes bedingt die Unterscheidung der Pflüge in Schwing-, Stelz- und Räderpflüge. Den Schwingpflügen fehlt jede Unterstützung. Bei den Stelzpflügen (Hohenheimer Pflug) ist der Pflugbaum durch einen vertikal verschiebbaren, hölzernen Schuh unterstützt. An Stelle dieses 6—8 cm breiten Schuhes, welcher leicht eine feste Schichte auf der Furchensohle zusammenschleift, wird bei manchen amerikanischen Pflügen, Fig. 41, an dem Grindel ein Lauf- oder Kopfrad (Radstelze) mit 24—32 cm Durchmesser und 4—5 cm Kranzbreite angebracht, um die gleitende Reibung des Schuhes in die rollende umzuwandeln. Bei vielen Räderpflügen des Kontinentes erfolgt die Unterstützung des Grindels

[1]) J. E. Ransome, Ploughs and Ploughing. Edinburgh 1865.

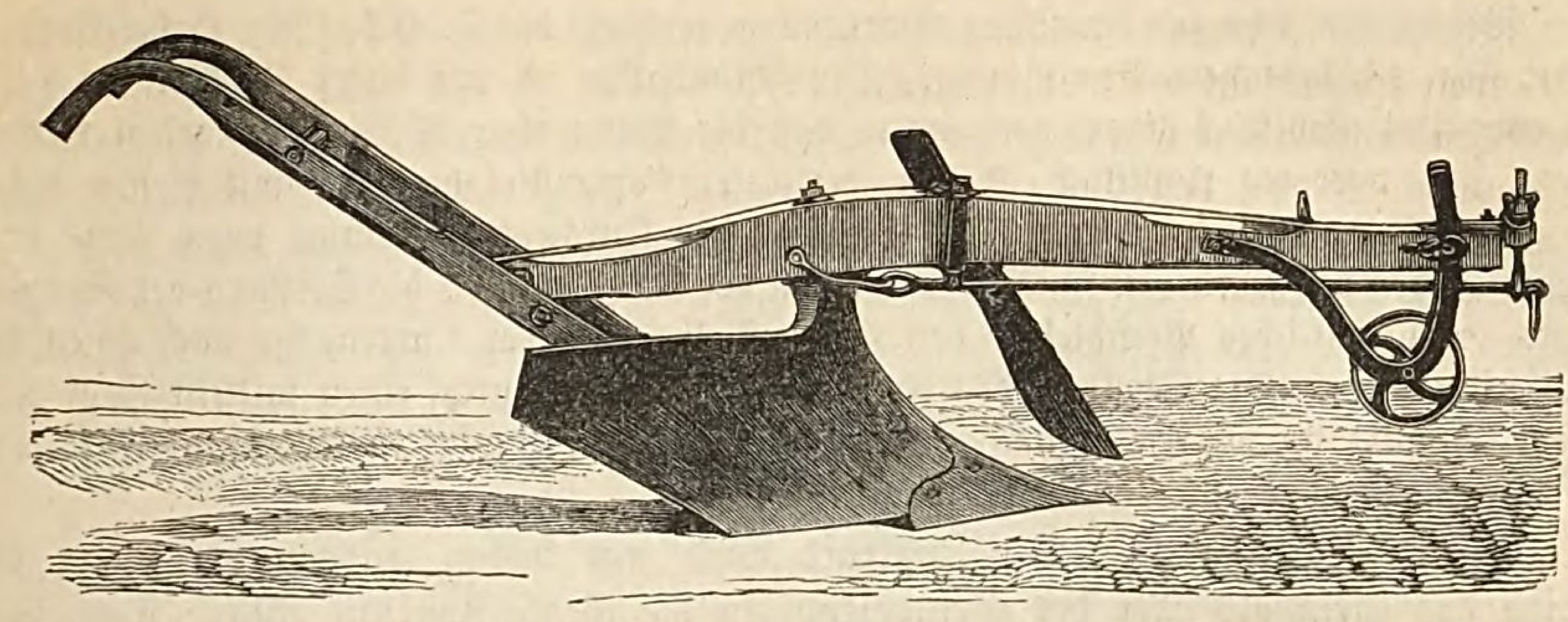


Fig. 41. Amerikanischer Pflug mit Stelzrad der Ames Plow Co.—Worcester, Mass. (Hammacher & Delius—Hamburg.) — Tiefgang 15—23 cm, Furchenbreite 33—38 cm; Preis loco Hamburg 80 M, 40 fl.

durch kleine, zweirädrige, vom Grindel unabhängige Karren (Pflugkarren, Vorderwagen). Dieselben haben den Nachteil, daß sie das Gewicht und den Gang des Pfluges, besonders wenn die beiden Räder von gleichem Durchmesser sind, erschweren. In neuerer Zeit wird daher — zuerst an den englischen Pflügen — der Pflugkarren durch ein Vordergestell, Fig. 42, verdrängt, welches eine seitliche Bewegung des Pflugbaumes verhindert. Dasselbe besteht aus zwei verschieden oder gleich großen Rädern, von welchem jedes für sich an einem kurzen Achsstutzen befestigt ist, dessen Führung in einer an dem Grindelhaupte angebrachten Laufbüchse verstellt werden kann. Das kleinere an der Landseite des Pfluges angebrachte Landrad bestimmt die Pflugtiefe, das größere, in der Furche laufende Furchenrad die Furchenbreite. Die amerikanische Konstruktion der Räderpflüge s. Fig. 53, S. 109.

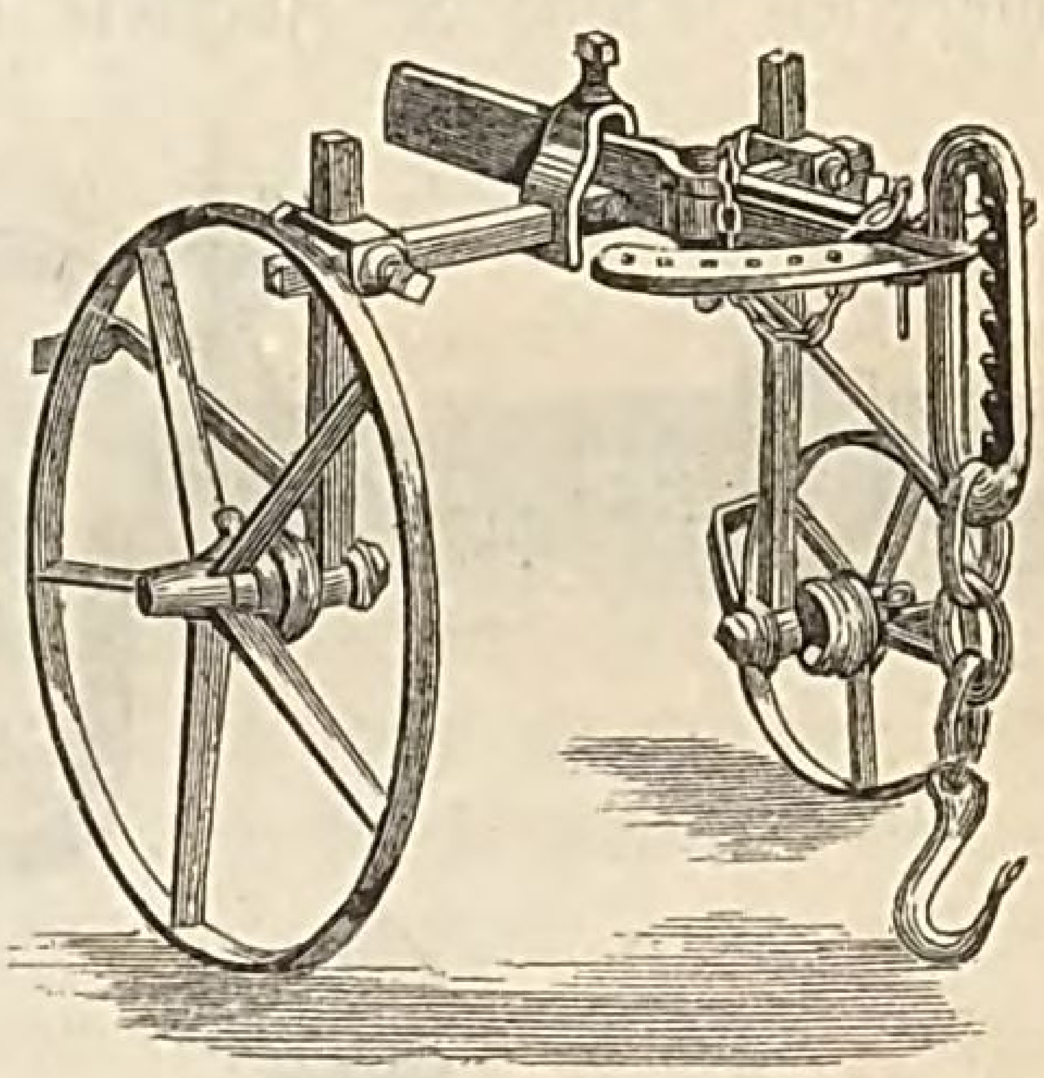


Fig. 42. Pflugvordergestell mit stellbarem 55 cm hohen und 1,5 cm breiten Land- und 30 cm hohen und 2,3 cm breiten Furchenrad von Ransomes, Head & Jefferies.

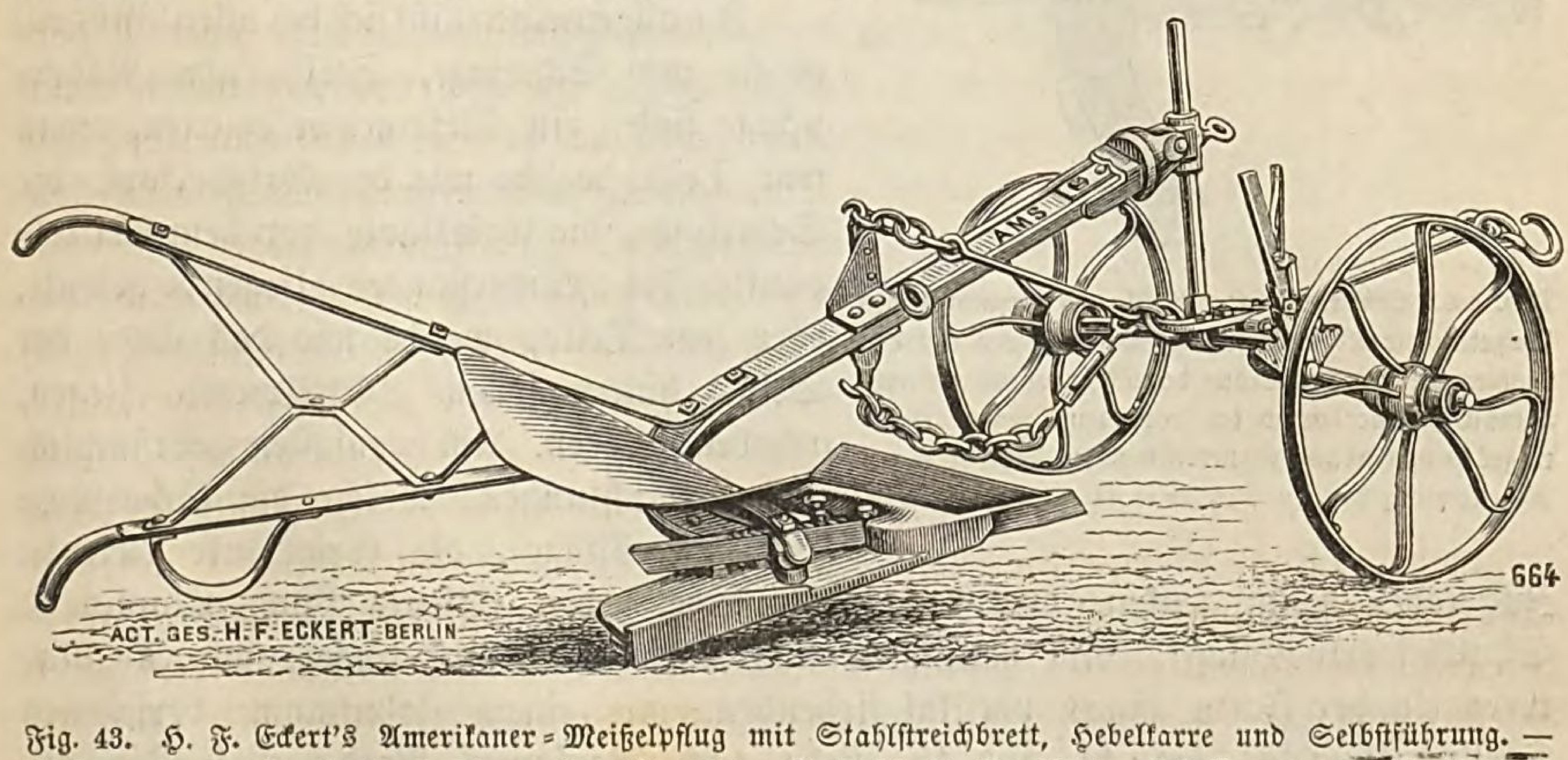


Fig. 43. H. F. Eckert's Amerikaner-Meißelpflug mit Stahlstreichbrett, Hebelkarre und Selbstführung. — Tiefgang 22 cm, Furchenbreite 30 cm, Gewicht 105 kg, Preis 54 M, Gewicht der Hebelkarre 46 kg, Preis 20 M.

Wegen der sehr zweckmäßigen Einrichtung verdient die F. Eckert'sche Hebel-Vorderkarre, Fig. 43, besondere Erwähnung. Der Pflugbalken ist mit dieser Vorderkarre durch ein doppeltes Kopfstück derart verbunden, daß der Pflug ohne Weiteres umgelegt werden kann. Im vorderen Kopfstück ist ein vertikaler Karrenstiel drehbar, mit diesem daher die ganze Karre frei lenkbar. Die Stellung der Furchentiefe erfolgt durch Auf- oder Niederschieben des Vorderkopfstückes nach Lösen der Preßschraube, die Stellung der Furchenbreite durch seitliches Verschieben des Karrenstieles auf der Karrenachse nach Lösen der Mutterschrauben. Die Stellung des Furchenrades erfolgt durch einen mittelst Zapfen in einem Gußstück drehbaren, mit Handhebel verbundenen gekröpften Achsschenkel, so daß die Karrenachse stets ihre wagrechte Lage beibehält.

b. Der Regulator. Die Zugkraft wird am besten ausgenutzt, wenn die Spitze des Grindels oder der Grindelkopf in die ideale Zuglinie fällt. Die Zuglinie wird bestimmt durch einen Punkt am Kummet der Pferde, als Angriffspunkt der Kraft und einen Punkt etwas hinter der Scharspitze am Pflugkörper, in welchem alle, sich dem Pflug im Boden entgegenstellende Widerstände vereinigt gedacht werden können. Der Mittelpunkt des Widerstandes ändert sich je nach dem verschiedenen Tiefgange des Pfluges, der Angriffspunkt der Kraft je nach der verschiedenen Größe der Zugtiere und je nach der verschiedenen Länge der Zugstränge. In Folge dessen ändert sich auch die Richtung der Zuglinie. Aus diesem Grunde muß, wenn keine andere Vorrichtung vorhanden ist, der Grindelkopf mit einem Regulator versehen sein. Durch Stellung des Regulators kann dann gleichfalls die Zuglinie geändert werden und somit rückwirkend der Tiefgang des Pfluges bestimmt werden. Der Regulator hat jedoch nicht nur die Aufgabe, den Tiefgang des Pfluges, sondern auch die Breite der Pflugfurche dauernd zu fixieren. Für momentane Änderungen im Gange des Pfluges dienen die Pflughandhaben.

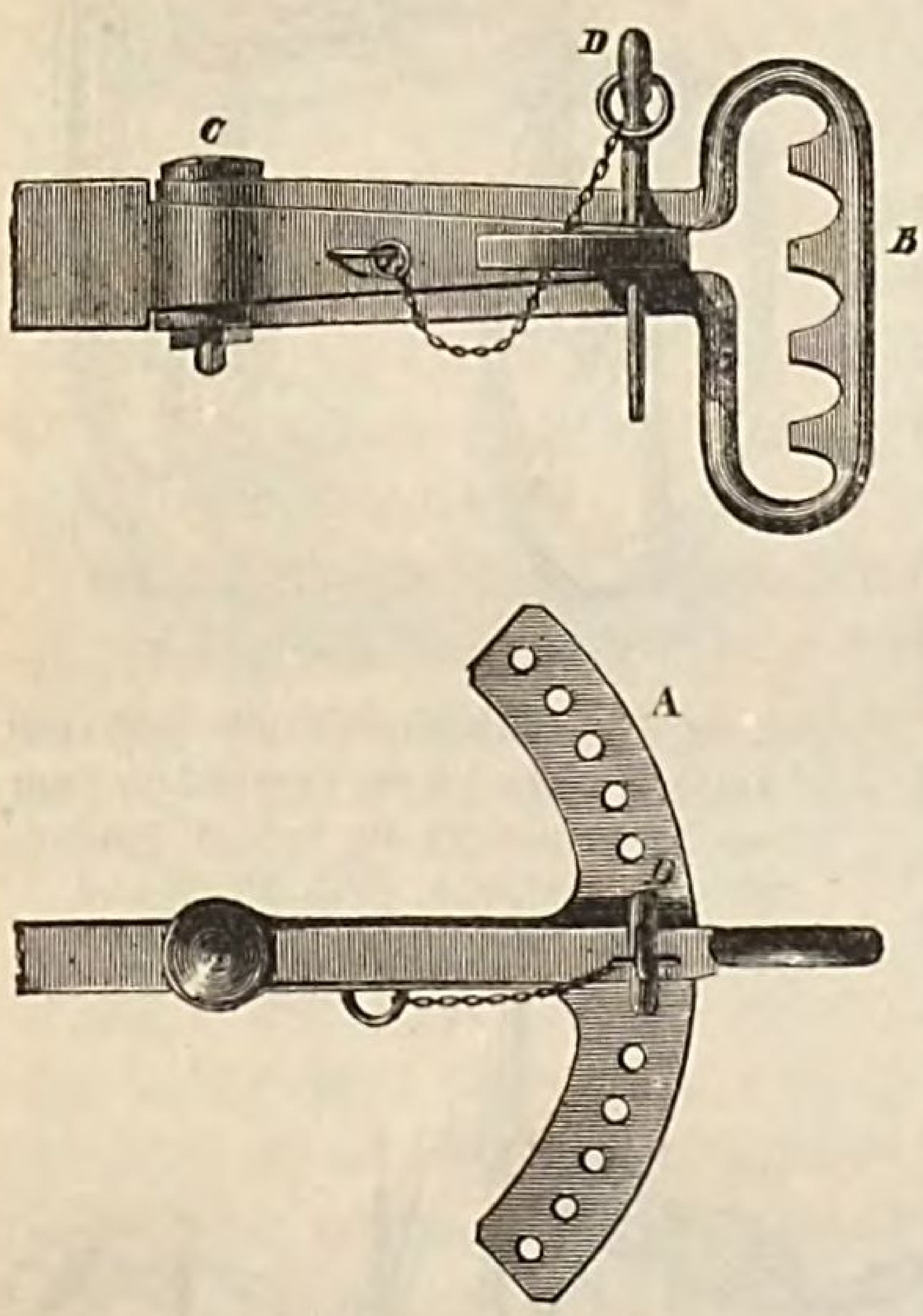


Fig. 44. Seitenansicht und Fig. 45 Grundriß des Regulator am Ball'schen Pflug. — B ein um den Bolzen C zur Regulierung des Tiefganges drehbarer Kamm, welcher durch den doppelzinkigen Vorstecknagel D in der horizontal stehenden Schiene A zur Regulierung der Furchenbreite fixiert werden kann.

Im allgemeinen läßt sich bei allen Pflügen, ob sie nun Schwing-, Stelz- oder Räderpflüge sind, ein Tiefergehen erzielen, wenn jene Teile, welche wie der Grindelkopf, die Scharspitze, die Griessäule vor dem Mittelpunkte des Widerstandes liegen, gesenkt, oder jene Teile, welche wie das Ende der Sohle hinter jenem Mittelpunkte liegen, gehoben werden. Am wenigsten gebräuchlich sind Vorrichtungen, welche die Scharspitze (englische Pflüge), die Griessäule (Kleyle, Zugmayer Pflug) senken, oder das Sohlenende heben (Vidats Pflug, Clayton & Shuttleworth Pflug). Am häufigsten sind am Grindelkopf angebrachte Regulatoren in der Form eines vertikal stehenden, mit einem Zahnkamme versehenen Stellungsbügels, Fig. 44 und 45 (siehe auch Ransomes Vordergestell, Fig. 42,

S. 101), oder einer in einer Tülle vertikal verschiebbaren Stange (Grignon-Pflug, Howard Pflug, Fig. 46, S. 105). Durch Einhängen des Zughakens an einem höheren Punkte des Kammes, durch Hinaufrücken der Stange wird der Grindelkopf gesenkt und somit der Pflug tiefer gehen und umgekehrt.

Ein Tiefergehen der Schwingpflüge wird auch durch kleinere Pferde und längere Zugstränge, der Stelzpflüge durch Heben der Stelze erzielt. Vorübergehend wird der Schwing- und der Stelzpflug durch Heben der Sterzen tiefer in den Boden eindringen. Bei Räderpflügen wird der größere Tiefgang durch Verlängern des Grindels oder durch Senkung des Grindelkopfes erreicht. Der Grindel wird verlängert, wenn der die Zugkette haltende Vorstecknagel weiter nach vorn durch den mit einer Reihe von Löchern versehenen Grindel gesteckt wird. Das Drücken auf die Sterzen läßt den Räderpflug vorübergehend tiefer gehen.

Die Breite der Pflugfurche wird durch den am Grindelkopfe, Fig. 45 A, oder an dem Vordergestell angebrachten, horizontal stehenden Stellungsbügel reguliert. Wird der Zughaken im Stellungsbügel nach rechts gegen die Furchenseite des Pfluges verschoben, so nimmt der Pflug eine größere Breite, da dann das Schar einen weniger spitzen Winkel gegen die Zuglinie bildet, daher einen breiteren Schnitt ausführt und umgekehrt. Vorübergehend werden durch Herunterdrücken der rechten Sterze und Anheben der linken, unter gleichzeitiger Anhebung beider breitere Furchen gepflügt.

3. Das Zugkrafterfordernis des Pfluges.

Die Zugkraft, welche der Pflug zur Ausführung seiner Arbeit erfordert, ist von sehr vielen Umständen abhängig. Es können sich in dieser Hinsicht bei der Bearbeitung von Ackerland Unterschiede von 100—200 kg Zugkraft ergeben. Bei gleicher Bodenbeschaffenheit steigert sich der Bedarf bei dem Aufbrechen von Wiesenland um weitere 50 kg. Ebenso wird der Aufwand an Zugkraft mit der Tiefe und Breite der Arbeit zunehmen. Auf die nutzbare Arbeit des Pfluges entfällt schätzungsweise die Hälfte bis $^2/_3$ der gesamten Zugkraft, und zwar braucht das Abschneiden des Erdstreifens mehr Kraft als das Wenden, je stumpfer die Sech- und Scharschneiden sind. Den größten Einfluß auf den Zugkraftbedarf nehmen weiter:

1. Die Bodenbeschaffenheit. Gebundene, sehr feuchte Bodenarten werden dem Eindringen des Pfluges in den Boden größeren Widerstand entgegenstellen, als lockere Bodenarten von mäßigem Feuchtigkeitsgehalte. Reichlich mit Wurzeln und Pflanzenresten versehener Boden wird gleichfalls mehr Widerstand bieten.

Die Reibungskoeffizienten zwischen Erde und einer glattpolierten Schiene von Schmiedeeisen betragen in trockener Erde bei Sand 0,39, bei Lehm 0,38, in mäßig feuchter Erde bei Sand 0,49, bei Lehm 0,50, in sehr feuchter Erde bei Sand 0,50, bei Lehm 0,55.

2. Die Pflugkonstruktion. Nach Versuchen von Pusey und Handley gehen Räderpflüge leichter als Schwingpflüge so lange sich die Räder des Vordergestelles nicht mit Erde belegt haben. Zwei Pflüge mit völlig gleichen Pflugkörpern, der eine jedoch mit kurzem Grindel als Schwingpflug, der andere mit Rädern ergaben, trotzdem der Schwingpflug um 25,2 kg leichter war, für diesen 189, für den Räderpflug 138,6 kg Zugkraft. Dieser Unterschied findet seine Erklärung durch den weniger stetigen Gang des Schwingpfluges, gegenüber dem Räderpflug.

Von Interesse sind die in Weyhenstephan (Landw. Zentralbl. f. Deutschland XXIII. S. 674) vorgenommenen Kraftmessungen, nach welchen nachstehende Pflüge in einem milden Lehm (Diluvium-Alluvium) an Kraft erforderten:

	Gewicht des Pfluges kg	Mittlere Breite cm	Furchen-Tiefe cm	Mittlere Zugkraft kg	Zugkraft pro qdm kg	Zugkraft b. 1 m Geschw. kgm
Vidats Pflug	78	37,3	15,4	185	33,0	185
Hohenheimer Stelzpflug . . .	56	32,5	14,7	160	34,6	160
Hohenheimer Schraubenpflug .	75	25,5	18,1	187	40,6	187
Wanzlebener Tiefpflug . . .	97	29,1	29,7	504	53,0	504
Kleyle Pflug	75	22,3	16,7	198	53,1	198
Henikstein Ruchadlo	61	32,8	11,5	200	54,2	200
Grignonpflug	50	27,9	17,0	275	58,0	275
Howard Pflug mit Skim . .	128	26,1	12,2	195	61,9	195
Zugmayer Pflug	63	25,5	10,2	159	63,0	159
Eckert Meißelruchlado	107	24,3	14,6	235	66,4	235

Ein mittelschweres (500 kg) Pferd übt bei einer Geschwindigkeit von 1 m pro Sekunde eine Zugkraft von 75—80 kg aus. Der Eckert'sche Meißelruchaldo erfordert daher zu andauernder Arbeit schon mehr als zwei Zugtiere.

3. Das Pfluggewicht. Ransome beschwerte einen und denselben Pflug mit verschiedenem Gewicht, und bestimmte den Kraftbedarf bei 15,2 cm Furchentiefe und 22,8 cm Breite. Der belastete Pflug mit einem Gewicht von

126,0 kg erforderte 116,5 kg Zugkraft,		201,6 kg erforderte 176,4 kg Zugkraft.	
151,2 „ „ 135,4 „ „		252,0 „ „ 211,0 „ „	

Je 50,4 kg Mehrgewicht bewirkten daher eine Steigerung der Zugkraft um 34,6—41,0 kg.

4. Die Länge und Beschaffenheit des Streichbrettes. Der Unterschied im Zugkraftbedarf hat sich bei dem nämlichen Pflug mit einem langen und einem kurzen Streichbrett von 1,26 resp. 0,94 m, sonst ganz in gleicher Weise konstruiert wie 147 : 162 herausgestellt, da hier, wie bei dem Schar und Sech, das Prinzip des dünneren oder flacheren Keiles und seiner leichteren Wirkung zur Geltung kommt. Die Zugkraftdifferenz zwischen einem hölzernen Landpflug, gegenüber einem eisernen Pflug beträgt nicht selten 4 : 1. Stählerne, gut polierte Streichbretter verdienen daher vor allen übrigen den Vorzug.

Schließlich nimmt auch die richtige Stellung der Scharspitze, des Sechs und die unverrückbare, feste Verbindung der einzelnen Teile des Pfluges auf den Kraftbedarf des Pfluges Einfluß. Bei Räderpflügen wird eine unrichtige Stellung der Scharspitze (zu sehr in den Boden oder gegen das Land) wegen des Vordergestelles nicht so leicht bemerkbar als bei den Schwingpflügen. Zur Vermeidung eines unnötigen Kraftverbrauches empfiehlt es sich daher, die Räderpflüge vorerst als Schwingpflüge zu versuchen und erst dann mit dem Vorderwagen zu versehen, nachdem die Scharspitze etwas nach abwärts gerichtet wurde.

4. Die Pflugformen.

Die überwiegendste Zahl der Pflugformen, die ortsüblichen Landpflüge verdanken ihre Entstehung der allmähligen Anpassung an die gegebenen Bodenverhältnisse. Neben diesen entstanden zahlreiche, verbesserte Pflugformen, von welchen besonders zwei Entwickelungsreihen weite Verbreitung gefunden haben; dagegen

haben die nach mathematischen Grundsätzen konstruierten Pflüge z. B. J. Bailey's Pflug (Newcastle 1795), Strecker's Pflug (Wien um 1850), Kleyle's Pflug (Wien 1851) nur vorübergehende Beachtung gefunden.

Die erste formenreichste Entwickelungsreihe nahm ihren Ausgang von dem Brabanter Landpflug, von welchem sich die englischen und deutschen Pflugformen abgezweigt haben. Der Vater aller neueren englischen Pflüge, wie der Pflüge von

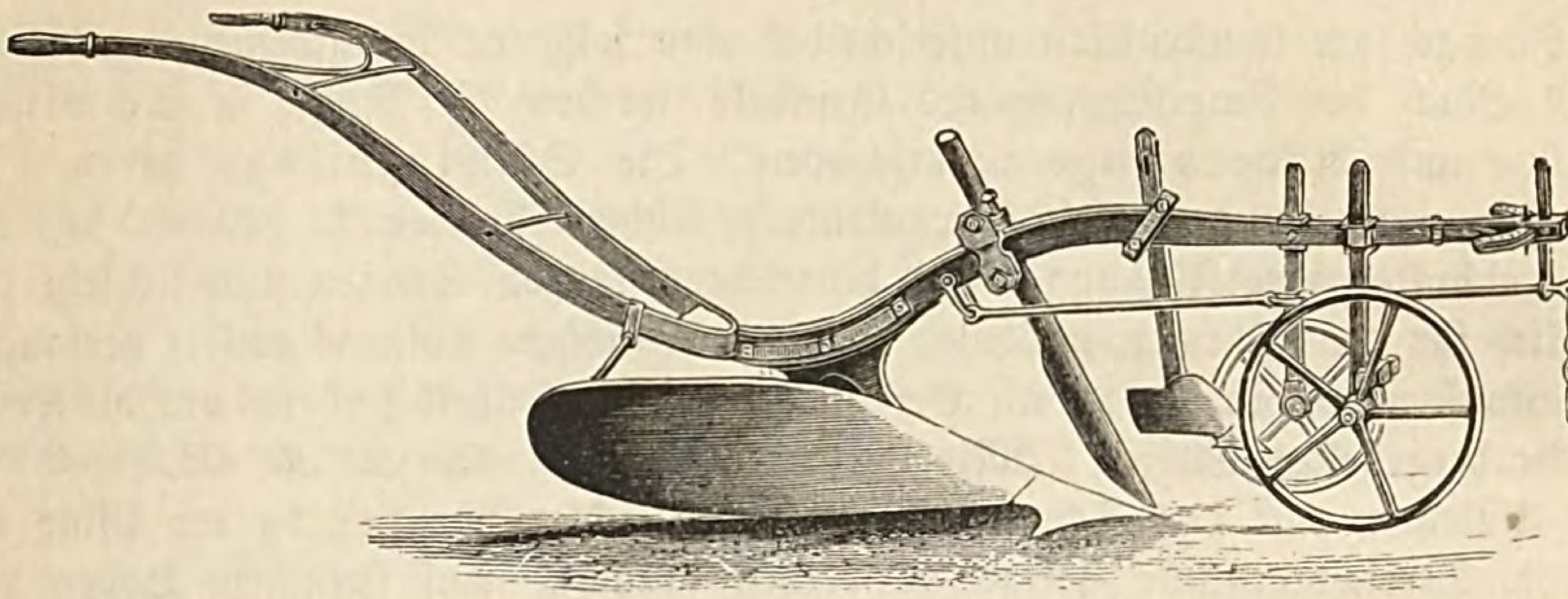


Fig. 46. J. & F. Howard's Champion Pflug mit Schälschar. — Pflug LB für zwei Pferde, Gewicht 90 kg, Preis 88 *M.*

Busby, Ball, Ransome, Hornsby, Finlayson und Howard, Fig. 46 ist der Rotherham Pflug, der in Beziehung zu dem Small'schen, schottischen und Bailey Pflug steht, welcher letzterer wieder als Stammvater für viele amerikanische Pflüge (Fig. 41, S. 101) anzusehen ist. Die amerikanischen Pflüge haben gegenüber den englischen ein kürzeres Streichbrett und statt des eisernen, einen hölzernen Grindel.

Die deutschen Pflugformen nehmen ihren Ausgang von einem 1819 von Schwerz in Württemberg eingeführten Brabanter Pflug. Aus dem Schwerz'schen Pflug ist der Hohenheimer Pflug (Fig. 27, S. 91) hervorgegangen, welcher wieder das Vorbild für eine große Zahl von Pflügen mit mittellangem Streichbrett wurde, wie des Vidats, Zugmayer Pfluges (1819), des Pfluges von Knoche (1850), des Pfluges von Clayton & Shuttleworth (Wien 1866) rc.

Die zweite, weniger durch die Mannigfaltigkeit der Formen, als durch die rasche und weitgehende Verbreitung ausgezeichnete Entwickelungsreihe nimmt ihren Anfang von dem Ruchadlo, welches von den Vettern Wewerka zu Rybytev bei

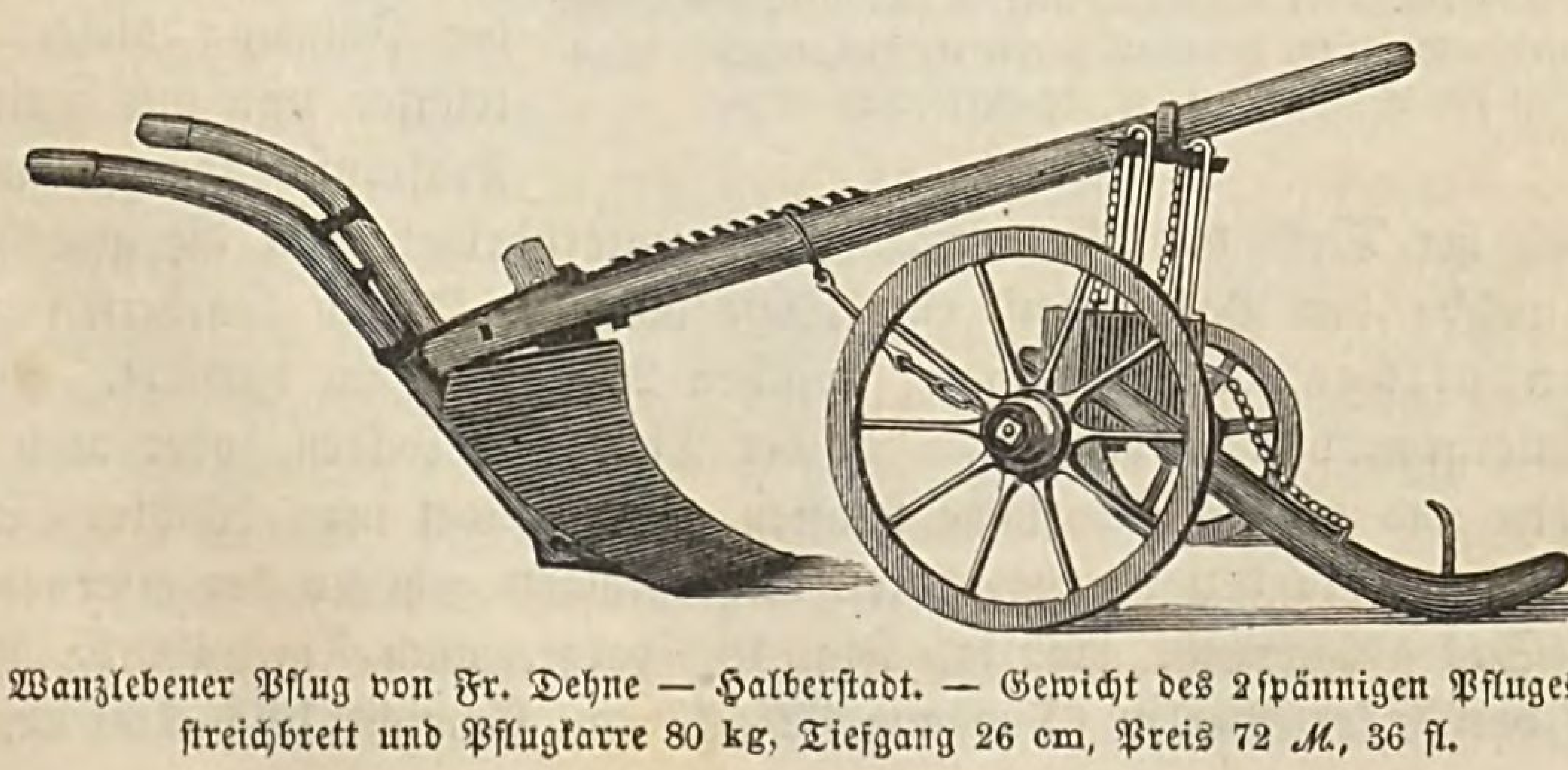


Fig. 47. Wanzlebener Pflug von Fr. Dehne — Halberstadt. — Gewicht des 2spännigen Pfluges mit Stahlstreichbrett und Pflugkarre 80 kg, Tiefgang 26 cm, Preis 72 *M.*, 36 fl.

Bohdanec (Böhmen) um 1831 erfunden wurde. Eine Abänderung desselben ist Horsky's Ruchadlo mit Wühlscharen. Dieselbe Abstammung haben die von H. F. Eckert 1849 in Berlin konstruierten Ruchlado und der Wanzlebener Pflug (Fig. 47). — Die englischen Pflüge eignen sich mehr für schwer, das Ruchadlo für leicht zu bearbeitende Bodenarten, der Hohenheimer Pflug, die amerikanischen Pflüge für Bodenarten, welche in der Mitte zwischen schwer und leicht zu bearbeitende stehen.

Je nach der Konstruktion unterscheidet man folgende Pflugformen:

1. Nach der Unterstützung des Grindels werden die Pflüge in Schwing-, Stelz- und Räderpflüge unterschieden. Die Schwingpflüge haben keine Unterstützung, gehen daher sehr schwankend, je leichter ihr Gewicht (20—80 kg) und je ungeschickter ihre Führung. Bei hinreichend langen Sterzen sind sie sehr empfindlich für die Führung, weshalb sie eine viel größere Aufmerksamkeit verlangen. Ihre Konstruktion ist einfacher. Bei gleicher Beschaffenheit sind sie um die Kosten des Vordergestelles billiger. (Mit hölzernem Grindel 45—60 *M.*, 22,50—30 fl.) Das Umkehren mit den Schwingpflügen geht leichter vor sich, da der Pflug nur auf die Streichbrettkante gelegt zu werden braucht. Auf steinigem Boden verrichten sie bei geschickter und aufmerksamer Führung noch die beste Arbeit; bei ungeschickter Führung ist jedoch ihr Gang unsicher. Die Stelzpflüge (Preis 50 bis 70 *M.*, 25—35 fl.) gehen sicherer, jedoch nicht immer in gleicher Tiefe, da diese geändert wird, wenn die Stelze über ein Düngerstück, einen Stein 2c. hinweggeht oder sich mit Erde belegt. Die Räderpflüge mit selbständiger Pflugkarre oder mit am Grindel befestigten Laufrädern haben bei gleicher Beschaffenheit des Pflugkörpers wegen des Vordergestelles einen höheren Preis (mit hölzernem Pflugbaum 70—80 *M.*, 35—40 fl.; mit eisernem Pflugbaum 90—110 *M.*, 45—55 fl.) und ein größeres Gewicht (60—160 kg). Sie sind am unempfindlichsten gegen alle Stöße, welche von dem Vordergestell aufgenommen werden. Die Tiefe und Breite der Furchen kann mit den Vordergestellpflügen in größerer Gleichmäßigkeit eingehalten werden, dabei ist die Führung dieser Pflüge leichter und mit geringerem Kraftaufwande verbunden.

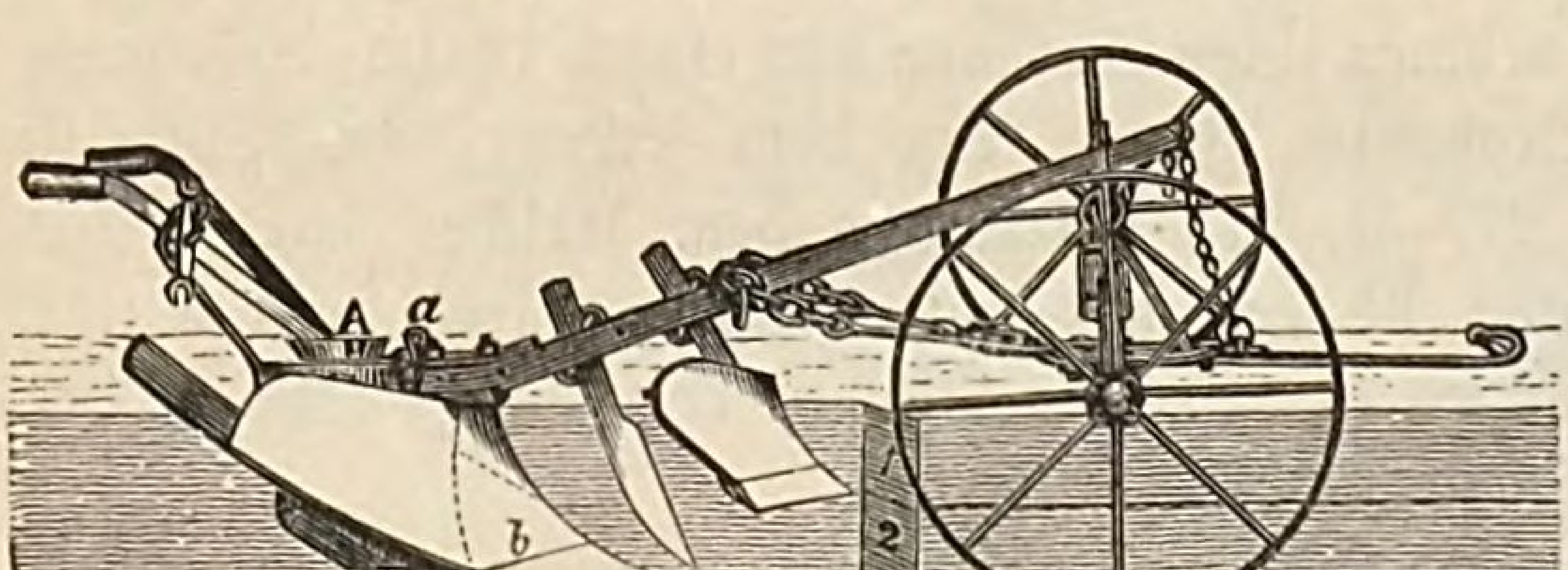


Fig. 48. Strahlrigolpflug mit Wasserleitung und Selbstführung von Rud. Sack — Plagwitz. — A. Wasserbehälter, a Handhabe zum Öffnen des Wasserhahnes, b Spalt für den Wasseraustritt; Tiefgang 21—37 cm, Gewicht 145 kg, Preis 72 *M.*, Wasserleitung 18 *M.*

2. Nach der Tiefe der Bodenbearbeitung unterscheidet man die gewöhnlichen Pflüge, welche den Boden auf eine Tiefe von 10—20 cm bearbeiten und die Untergrundpflüge, deren Tiefgang zwischen 20 und 50 cm variiert. Je nachdem die Untergrundpflüge den Boden in der Tiefe nur lockern, oder auch gleichzeitig wenden und an die Oberfläche schaffen, unterscheidet man Wühler (S. 114) und Rigolpflüge. Zu den vorzüglicheren Rigolpflügen gehören der eiserne Rigolpflug von Sack—Plagwitz, Leipzig, Fig. 48 (vergl. auch Fig. 40, S. 99), der Rigolpflug von Eckert-Berlin (Tiefgang 32—47 cm, Gewicht 140—160 kg, Preis

85—100 *M.*, 42,5—50 fl.) ꝛc. Die Rigolpflüge sind meist von der gleichen Konstruktion, wie die gewöhnlichen Pflüge, nur daß sie dem Zwecke entsprechend viel stärker ausgeführt sind.

3. Nach der Form der verrichteten Arbeit unterscheidet man Beetpflüge, Glattpflüge, Schüttpflüge und Häufelpflüge.

Die Beetpflüge, welche entweder (s. S. 93) rechtwinkelige (gewöhnliche Kantfurchenpflüge), oder spitzwinkelige (Kammfurchen- oder Grätfurchenpflüge) Furchen aufwerfen, besitzen meistens an der rechten Seite ein festes Streichbrett, welches die Erdstreifen immer nur nach einer Seite umlegen kann, weshalb das Feld in Abteilungen, Beete, die mit offenen Doppelfurchen aneinander stoßen, gepflügt werden muß. Die meisten deutschen oder kontinentalen Beetpflüge besitzen ein kurzes, daher steiles Streichbrett, welches den Erdstreifen rasch umlegt und dabei krümelt (Steilwender). Die meisten englischen Pflüge, sowie einige Landpflüge besitzen dagegen ein langes, daher flaches Streichbrett, welches den Erdstreifen allmählich, ohne ihn zu zerbrechen, wendet (Flachwender).

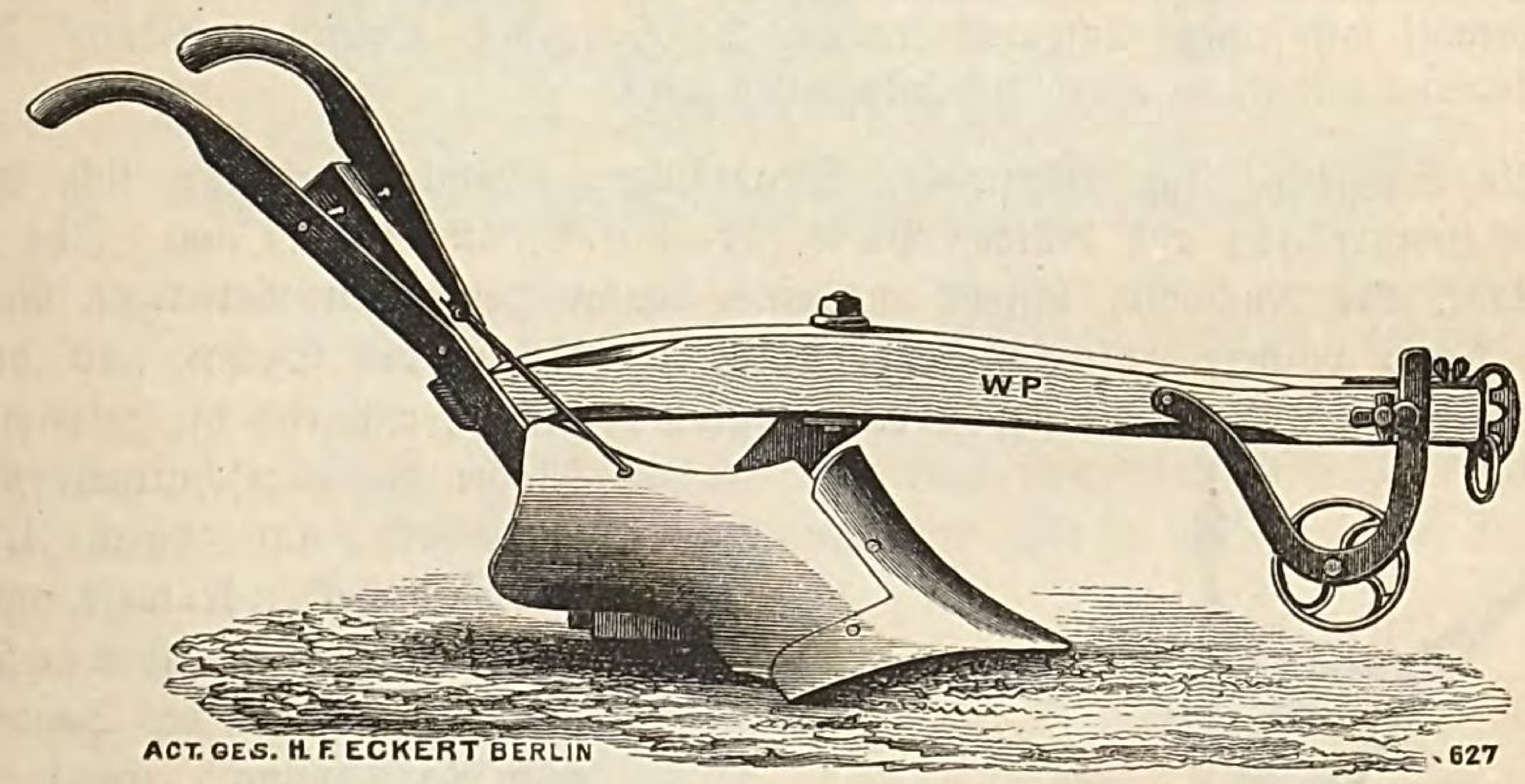


Fig. 49. Amerikanischer Wechselpflug von H. F. Eckert — Berlin. — Furchenbreite 18—24 cm, Furchentiefe 12—18 cm, Gewicht 29—53 kg, Preis 30—47 *M.*

Die Glattpflüge (Kehr-, Dreh-, Wechselpflüge) besitzen, neben einem stellbaren Sech und gewöhnlich lanzettförmigen Schar, ein bis zwei versetzbare Streichbretter oder Pflugkörper. Durch das Versetzen des Streichbrettes oder des Pflugkörpers nach jedem Furchenzuge auf die rechte oder linke Seite ist es möglich, Furche an Furche zu legen, das Feld glatt zu pflügen. Am brauchbarsten erweisen sich dieselben zum Pflügen von Bergabhängen. In der Ebene stehen sie gegen die Beetpflüge zurück, bei welchen eine richtigere Verbindung des Streichbrettes mit dem Schar möglich ist, weshalb diese eine vollkommenere Arbeit liefern.

Am unvollkommensten sind jene Wechselpflüge, bei welchen ein gerades Streichbrett umgesetzt wird. Zweckmäßiger ist der amerikanische Drehpflug, Fig. 49, bei welchem der Pflugkörper um eine horizontale, mit der Sohle parallel laufende Achse gedreht werden kann, während die eine, jeweilig aufstehende Kante des doppelschneidigen Schares die Arbeit des Seches verrichtet. Aber auch bei diesem Pflug ist die Windung des Streichbrettes ungenügend. Bei dem norischen Leitenpflug sind zwei Pflugkörper um 90°, bei dem flandrischen Kehrpflug und dem Zwillingspflug von A. Scholz, Fig. 50, um 180°

verstellt an ein und demselben Grindel angebracht. Dieselben werden abwechselnd nach jedem Furchenzug in die Arbeitsstellung gedreht. Bei dem Kehrpflug von A. Speer & Sons zu Pittsburgh, Pennsylvanien, sind zwei Streichbretter in der Mitte von zwei, nach verschiedenen Richtungen sehenden Pflugkörpern mit Nasensech um ein Scharnier, derart drehbar, daß sie in zwei entgegengesetzte Arbeitsstellungen gebracht werden können, während gleichzeitig der um einen vertikalen, in der Griessäule eingelassenen Zapfen drehbare Grindel mit seinem Anspannhaken auf der Seite des arbeitenden Schares durch eine Klammer mit einem Handgriff festgehalten wird.

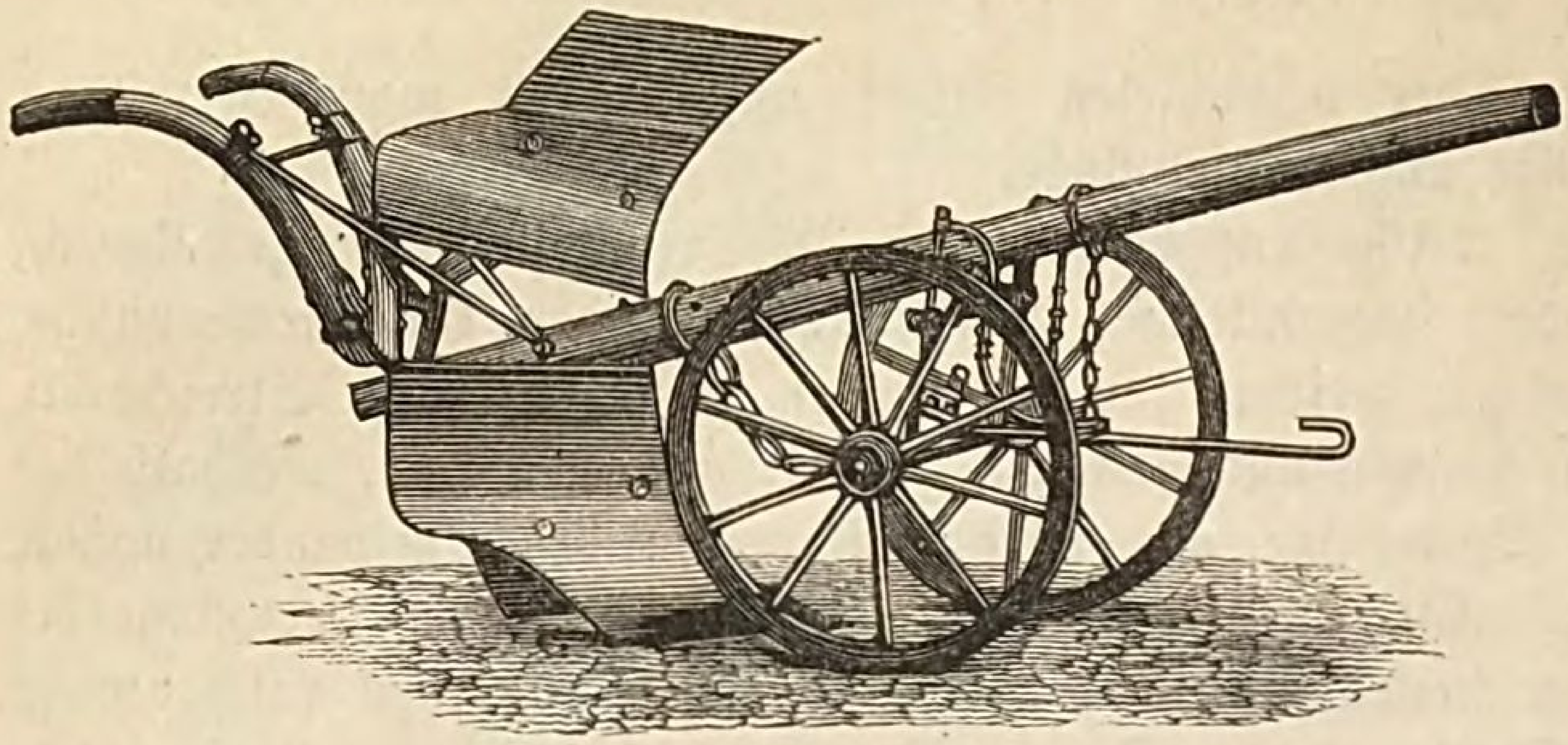


Fig. 50. Zwillingspflug von August Scholz—Jauernig. — Gewicht samt Vordergestell 45—55 kg, Tiefgang 8—36 cm, Preis 54—64 ℳ, 27—32 fl.

Die Schüttpflüge (Krümel-, Sturzpflüge, Krümler) zeichnen sich durch einfache Konstruktion und billigen Preis (24—30 ℳ., 12—15 fl.) aus. Ihr Repräsentant, das Ruchadlo, besteht aus einer konkav gebogenen viereckigen Eisenplatte, deren vordere aufrechtstehende Kante die Arbeit des Seches und deren horizontale untere Kante die Arbeit des Schares verrichtet, während die gekrümmte Fläche die abgeschnittene Erde emporhebt und durch Überstürzen derselben krümelt, mischt und teilweise wendet. Das Ruchadlo läßt sich als Schwing- und Karrenpflug, ebenso als Beet- und Glattpflug gebrauchen. Soll es als Kehrruchlado dienen, so wird das Streichbrett um die Griessäule, welche in der Mitte des Streichbrettes angeordnet wird, drehbar eingerichtet.

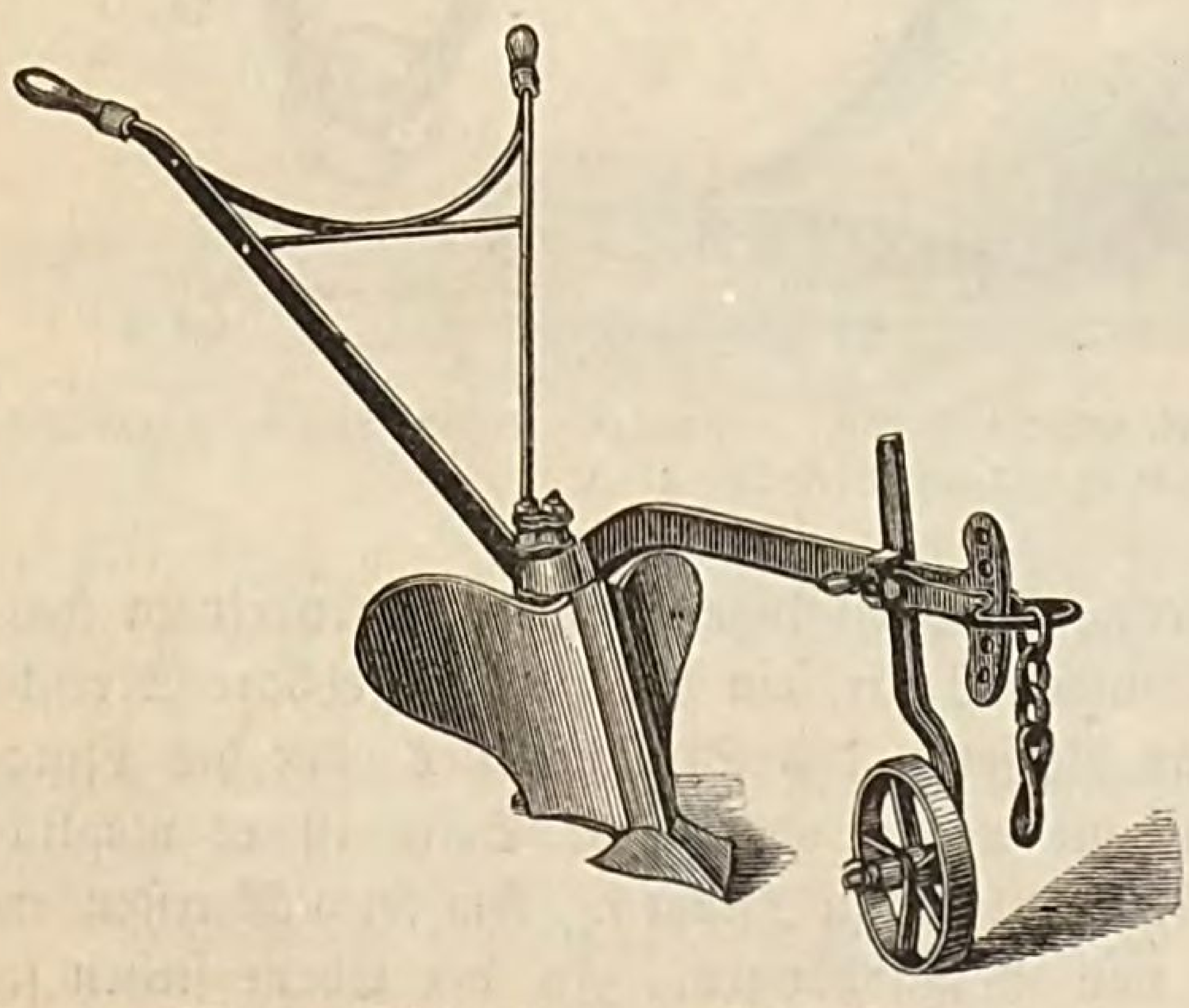


Fig. 51. Eiserner Häufelpflug von Gebr. Kappe & Co. — Alfeld (Hannover) — Tiefgang bis 15 cm, Gewicht 30 kg, Preis 36 ℳ, 18 fl., mit Hackrahmen für 2 Gänsefüße oder 2 Hackmesser 45 ℳ, 22,50 fl.

Die Häufelpfüge, Fig. 51, haben die Bestimmung, gelockerten Boden in Kämmen aufzuwerfen. Zu diesem Zwecke besitzen dieselben neben einem doppeltwirkenden, zungenförmigen Schar (Fig. 37, S. 96), jederseits ein Streichbrett. Die Streichbretter sind beweglich eingerichtet, um sie bei verschiedener Entfernung und Höhe der Kämme entsprechend weit einstellen zu können. Der Häufelpflug soll den Boden sowohl aus einer Tiefe von etwa 13 cm auf die Oberfläche heben, als auch die gehobene Erde jederseits zu einem halben Kamme aufhäufen.

Dieser Anforderung entspricht allein: der Häufelpflug von Hecke.[1]) Derselbe besitzt jedoch zwei, unbewegliche Streichbretter, welche für jeden anderen Abstand der Kämme ausgewechselt werden müssen. Die englischen Häufelpflüge bilden die Kämme nur durch seitliche Verschiebung der Erde. Viele englische Häufelpflüge sind überdies mit einem Markierstifte versehen, welcher durch Aufritzen des Bodens den Weg für den nächsten Gang des Häufelpfluges anzeigt.

4. Nach der Anzahl der in einer Richtung arbeitenden Pflugkörper unterscheidet man die gewöhnlichen einscharigen Pflüge, die Doppelflüge und die

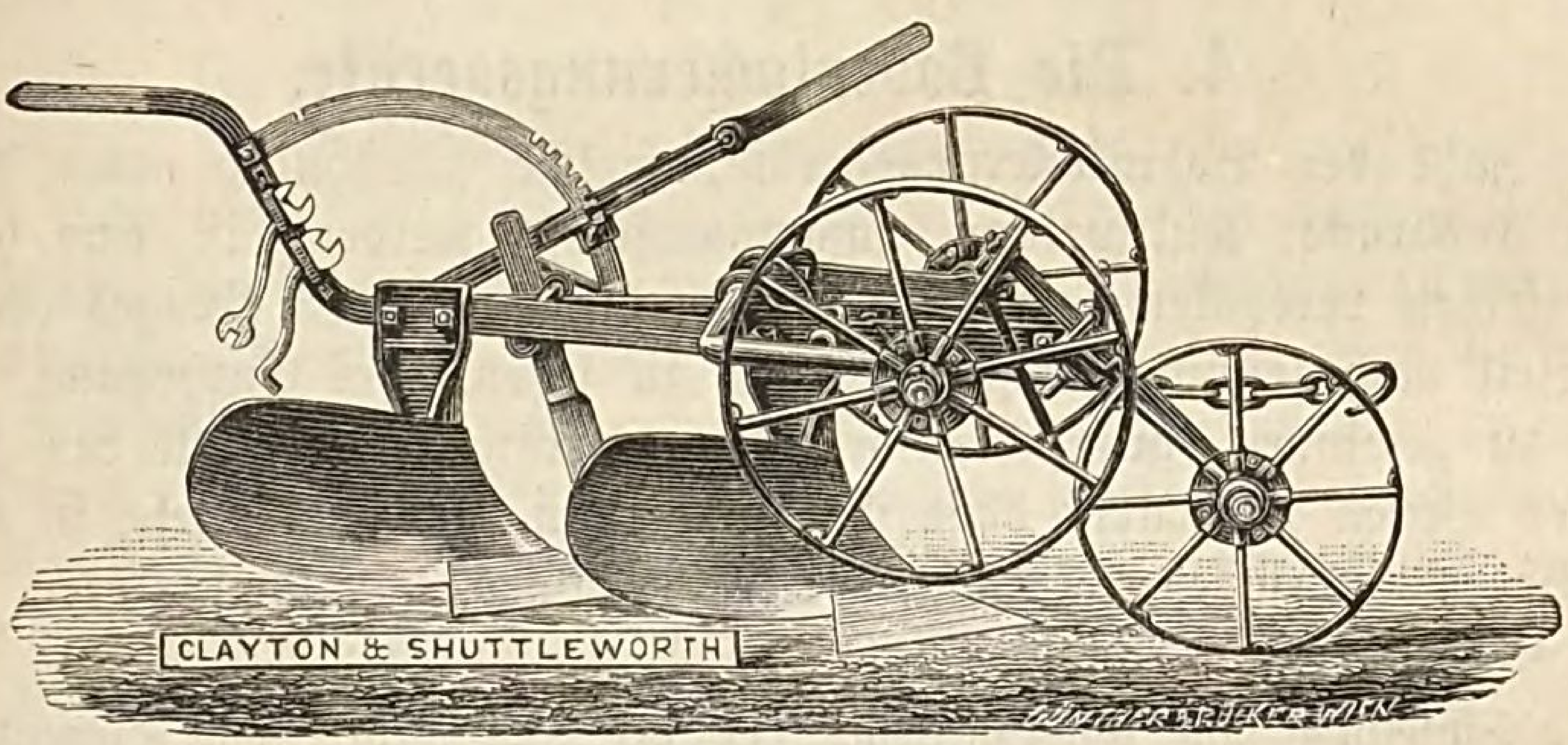


Fig. 52. Doppelpflug DCN von Clayton & Shuttleworth — Wien, Arbeitsstellung. — Furchenbreite 42 cm, durch den Stellhebel zu regulierende Furchentiefe 10—18 cm, Gewicht 143 kg, Preis mit 1 Sech und 2 Reservestahlscharen 75 fl.

mehrscharigen Pflüge. Die Zugkraft von zwei Zugtieren wird an einem einscharigen Pflug, der bei jedem Gange nur eine Furche umlegt, nicht genügend ausgenutzt. Man hat daher für eine Bespannung mit drei bis vier Pferden an einem Grindelgestell zwei, Fig. 52, oder gebräuchlicher drei Pflugkörper angebracht, die bei einem Gange zwei Furchen nebeneinander aufwerfen. Es wird durch diese Doppelpflüge nicht nur an Zeit, sondern auch an Zugkraft gespart.

Eine in Nordamerika vorkommende Anordnung eines für 3—4 Pferde bestimmten Doppelpfluges, den „Gang" Pflug zeigt die Fig. 53. In gleicher Konstruktion wird er auch als einscharriger „Sulky" Pflug gebaut. Das an einem Knie der Hauptachse angebrachte Furchenrad wird mittelst eines in einem Kreissegmente an verschiedenen Stellen festzuklinkenden Hebels von dem über

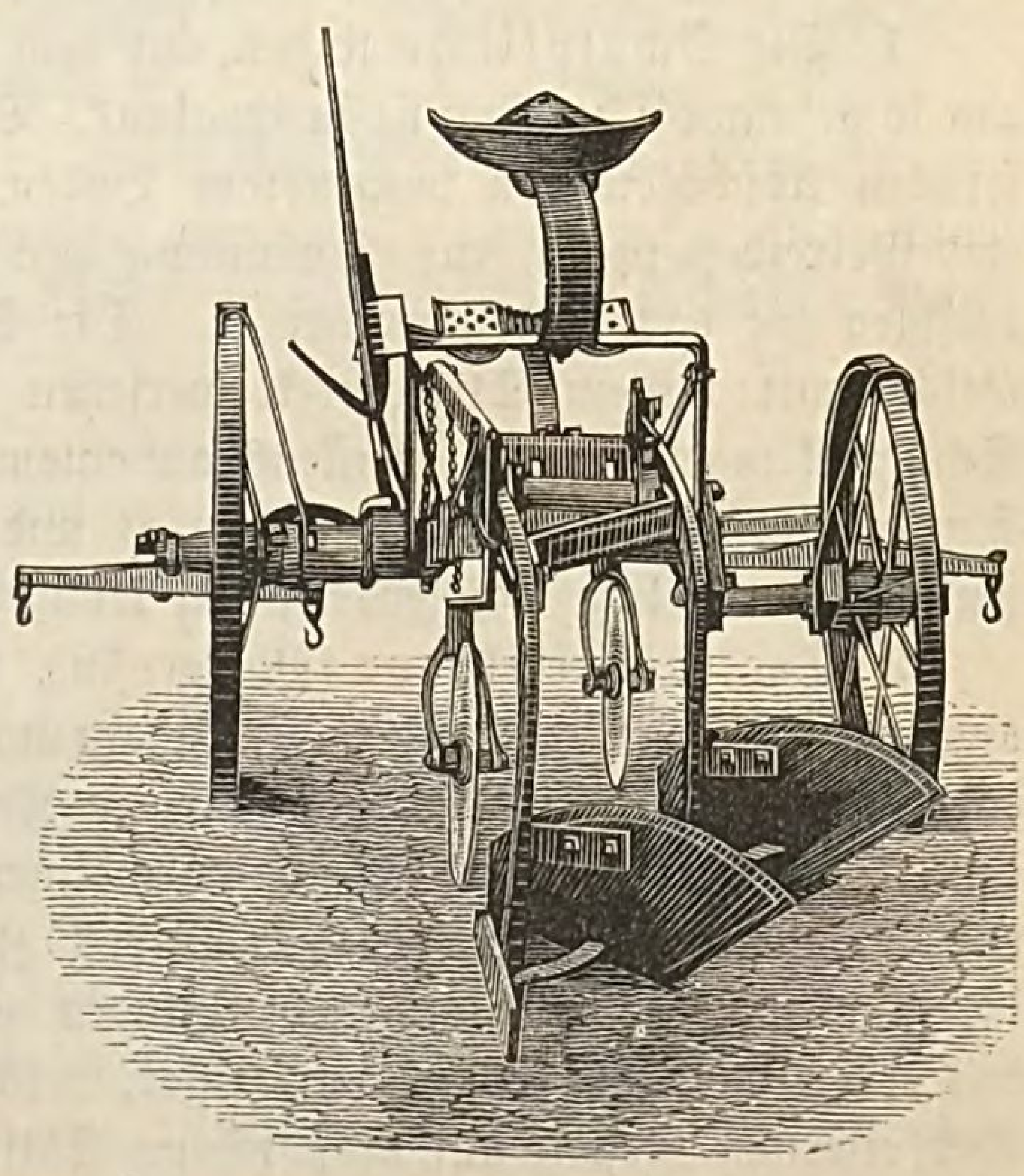


Fig. 53. „Gang"-Pflug von Deere & Co. — Moline, Illinois. — Tiefgang bis 28 cm, Gewicht 350 kg, Preis 425 M, 212 fl. 50 kr., des Radseches 27,5 M, 13 fl. 75 kr.

[1]) Allgem. Land- und Forstwirtschaftl. Zeitung. Jahrg. 1866. S. 858.

dem Gestell angebrachten Führersitze aus für den Tiefgang eingestellt. Derselbe Hebel bringt den Pflug beim Umwenden auch aus dem Boden. Die zu verschiedener Höhe einstellbare Deichsel des Pfluges ist mittelst eines Drehbolzens an den eisernen Pflugbäumen befestigt.

Werden mehr als zwei Pflugkörper zu einem ganzen verbunden — vorausgesetzt, daß die Pflugkörper nicht, wie bei den mehrscharigen Saatpflügen, in schwächeren Dimensionen ausgeführt werden —, so reicht die Kraft der Zugtiere zur Fortbewegung nicht mehr aus, an ihre Stelle tritt dann die Dampfkraft.

4. Die Bodenlockerungsgeräte.

Die Zahl der Bodenlockerungsgeräte, welche gewöhnlich unter dem unbestimmten Ausdrucke: Kultivatoren zusammengefaßt werden, ist eine sehr große. Viele derselben verdanken dem Bestreben an die Stelle des Pfluges oder Hakens ein der Zeit nach leistungsfähigeres Gerät zu setzen, ihre Entstehung. Um eine Übersicht zu gewinnen, gruppieren wir diese Geräte, welche alle den Zweck verfolgen den Boden zu lockern ohne ihn zu wenden, nach der Tiefe, in welcher sie in den Boden eindringen, wie folgt: 1. Schälpflüge, 2. Skarifikatoren, 3. Exstirpatoren, 4. Grubber, 5. Wühler.

Diese Einteilung und Unterscheidung der zur Saatvorbereitung dienenden Bodenlockerungsgeräte, von jenen, welche bei der Reihenkultur während des Wachstumes der Pflanzen benutzt werden, kann nicht strenge aufrecht erhalten werden, da mannigfaltige Übergangsformen vorkommen und viele Geräte durch Einsetzen verschiedener Arbeitsteile auf die mannigfachste Weise benutzt werden können. So kann z. B. der Universal-Kultivator von R. Sack—Plagwitz, Leipzig nicht nur als Exstirpator, sondern auch als Grubber, Skarifikator, Markeur, Pferdehacke, als Häufelpflug ꝛc. verwendet werden.

1. Die Schälpflüge finden auf dem Kontinent eine nur geringe Anwendung, um so gebräuchlicher sind sie in England. Dieselben werden verwendet zum 5—8 cm seichten Abschälen von vergrastem Boden, zum vorläufigen Abschälen von Klee- und Getreidestoppeln, zur Gewinnung von Rasenstücken, zum Abschneiden von Erdplaggen für das Bodenbrennen ꝛc. Die Schälpflüge von W. Smith, Howard ꝛc., welche mit keinem Streichbrett versehen sind, besitzen eine oder mehrere flache Schneideklingen, welche meistens an einem gewöhnlichen Pfluggestell befestigt sind. Durch Weglassung des Streichbrettes und Anbringung eines 35—40 cm langen Zungenschares läßt sich jeder Pflug leicht in einen Schälpflug umwandeln.

2. Der Skarifikator (Messerpflug, Messeregge, Wiesenreißer ꝛc.), ein selten angewandtes Gerät, welches den Übergang der Egge zum Exstirpator bildet, dient dazu, den Boden auf den mehrjährigen Kleeschlägen oder Grasländereien zwischen den Klee- oder Grasstöcken zu durchschneiden oder das vollkommenere Umbrechen von Wiesenland durch vorausgehendes Zerschneiden der Grasnarbe quer gegen die Richtung des nachfolgenden Pfluges zu erleichtern. Der Sakrifikator besteht aus einer Mehrzahl sechartiger Messer, welche an einem gemeinschaftlichen, hölzernen oder eisernen Gestell auf verschiedene Entfernungen verstellbar befestigt sind. Die Wirksamkeit wird erhöht, wenn die Messer, wie bei den eisernen Hensmann'schen und Biddell'schen Skarifikatoren, derart in zwei Reihen angeordnet werden, daß die 3 oder 4 vorderen Messer sich vor dem Zwischenraume der hinteren Reihe von 4 oder 5 Messern befinden.

3. Der **Exstirpator** besteht aus einem verschieden geformten Rahmengestell und aus mehreren, langgestielten Scharen (Scharfüßen), den eigentlich wirksamen Teilen. Das hölzerne oder eiserne Rahmengestell ist zur leichteren Führung des Gerätes mit zwei Sterzen und zur Regulierung des Tiefganges mit 1, 2—4 Führungsrädern versehen. Die Scharfüße, welche je nach dem beabsichtigten Tiefgange und der Bindigkeit des Bodens in einer Anzahl von 5—11, gewöhnlich von 7—9 zusammengestellt werden, bestehen aus dem Scharstiel und dem Schar. Die Scharstiele von Rund- oder Flacheisen, deren schmälere Seiten nach vorn stehen, werden meist in zwei Reihen verteilt, damit jeder Fuß seine eigene Bahn im Boden zieht. Ihre Verbindung mit dem Rahmen soll möglichst fest sein. Zuweilen werden sie jedoch auch verstellbar eingerichtet und dann durch Druckschrauben im Rahmen festgehalten. Für steinigen oder festen Boden verwendet man 5—7 cm breite, meißelförmige Schare, die sog. Gänsefußschare. Für leichter zu bearbeitende Böden empfehlen sich etwas breitere (8—10 cm) Schare in der Form gleichschenkeliger Dreiecke und für sandigen Boden kleine, spitzzulaufende, 13 cm breite gewölbte Schare. Zur Vermeidung eines unnötigen Widerstandes soll die Scharfläche allmählich in die Biegung des Stieles übergehen. Gewöhnlich werden die Schare mit den Stielen aus einem Stück angefertigt. Zweckmäßiger ist es, die dann gegossenen Schare gesondert an dem Scharschaft anzuschieben, damit gebrochene leichter ausgewechselt und für verschiedene Arbeitszwecke verschieden gestaltete Schare aufgesteckt werden können. Als die besten Konstruktionen haben sich bewährt der fünfscharige, ganz aus Schmiedeeisen angefertigte schottische oder Traiprain-Exstirpator, auch Tenant Grubber genannt, Fig. 54,

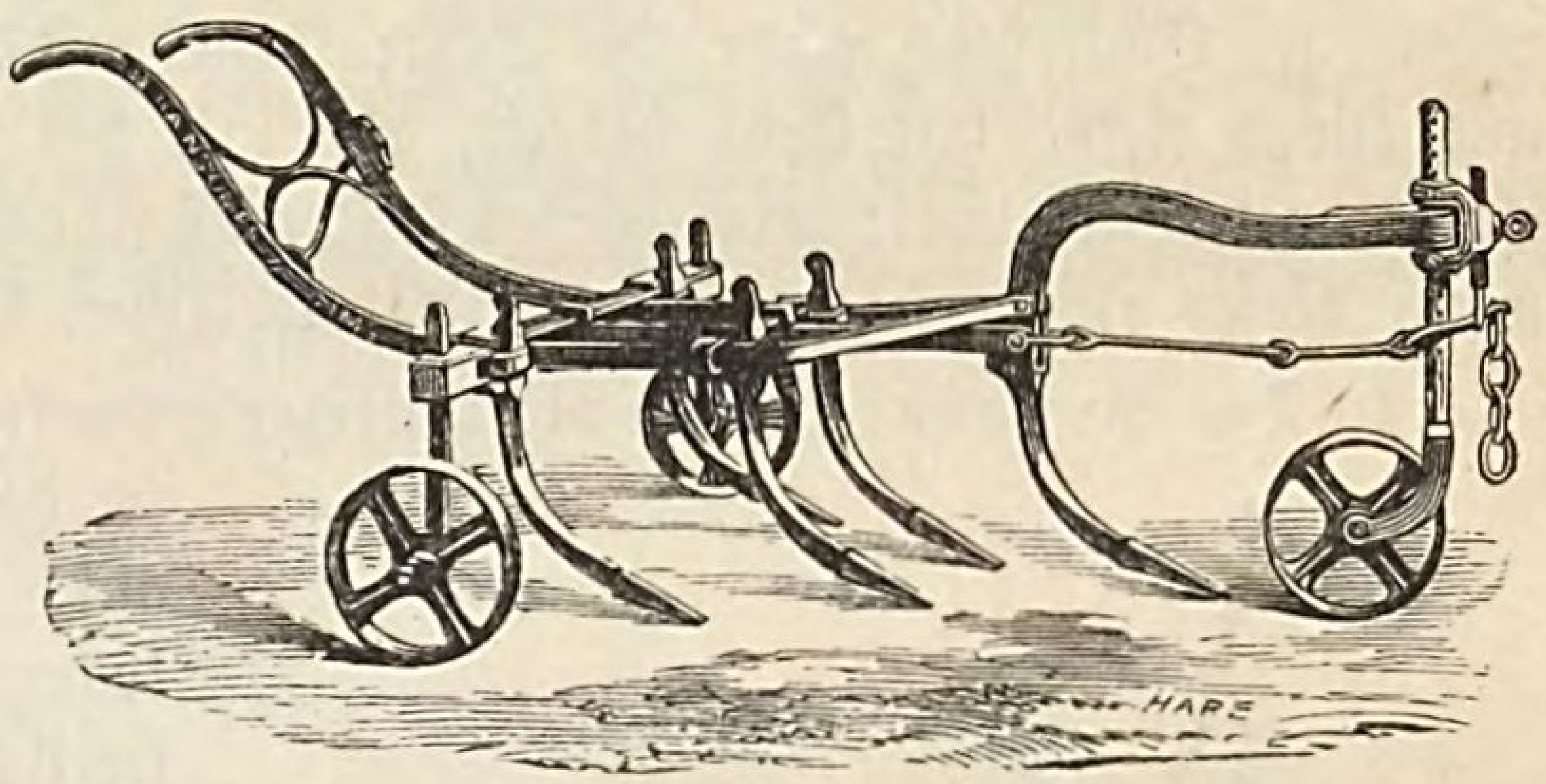


Fig. 54. Schottischer Exstirpator. — Gewicht 95 kg, Preis 176 M., 88 fl., 5 spitze Zinken 3 M., 5 Stahlschare 12 M., 5 eiserne Gänsefüße 4—5 M.

der siebenscharige Hohenheimer Exstirpator, der Zittolieber Exstirpator, Fig. 55, der Universal-Kultivator von R. Sack (Preis 216 M., 108 fl.; komplett mit 7 breiten, 9 schmalen Scharen, 15 Hackmessern, 3 Anhäufelscharen, 7 Messern, 2 Markierzinken, 254 M., 127 fl.) rc.

Die Exstirpatoren gehören zu den vorzüglichsten Bodenlockerungsgeräten, welche viel häufiger angewendet zu werden verdienen, als dies thatsächlich geschieht. Ihr größter Vorzug besteht darin, daß sie wegen ihrer größeren Breite eine viel schnellere (1—2 ha in 10 Arbeitsstunden) und doch kräftige Lockerung des Bodens bewerkstelligen, als wie der Pflug, welcher mit einem Gespann nur 0,2—0,7 ha im Tage bearbeitet. Die Arbeit des Exstirpators besteht im mäßig tiefen (5—10 cm) Abschürfen des Bodens, welcher dabei kräftig gekrümelt, etwas verschoben und gemengt, jedoch nicht gewendet wird. Die Wirksamkeit des Exstirpators wird erhöht, wenn man ihn ein zweitesmal in entgegengesetzter Richtung, mit etwas tiefer gestellten Scharen über das Feld gehen läßt. Wenn nach einer ersten Ackerung der Zustand des Bodens und das reichlich aufkeimende Unkraut eine

Wiederholung der Bearbeitung in nicht zu großer Tiefe erfordert, wird die zweite Pflugfurche vorteilhaft durch das Exstirpieren ersetzt, durch welches die Krümelung des Bodens und die Vertilgung des Unkrautes viel rascher und billiger ausgeführt wird. Überdies kann der Exstirpator zum Umbrechen der Stoppeln und Brachfelder benutzt werden. Im Frühjahre kann er zur Saatvorbereitung des im Herbst oder im Winter tiefgepflügten Feldes mit viel besserem Erfolge als der Pflug angewendet werden, da in Folge der schnelleren und seichteren Arbeit die Winterfeuchtigkeit zusammengehalten werden kann. Verspätet sich die Vorbereitung des Feldes in einem ungünstigen Frühjahre, so wird der Exstirpator vortreffliche Dienste leisten. Nach der Düngerfurche wird derselbe, besonders bei strohigem Dünger, viel weniger Dünger heraufbringen als der Pflug. Krümelige Dünger, wie Knochenmehl, Mergel, Kalk, werden mit dem Exstirpator gleichmäßig mit der Erde vermengt. Schließlich werden die Samenkörner mit dem Exstirpator viel vollkommener und etwas tiefer mit Erde bedeckt, als mit der Egge. Ein sehr scholliges, unklares, mit Wurzelwerk durchzogenes Feld muß jedoch vor Anwendung des Exstirpators, wenn dieser eine zufriedenstellende Arbeit leisten soll, entsprechend geklärt werden.

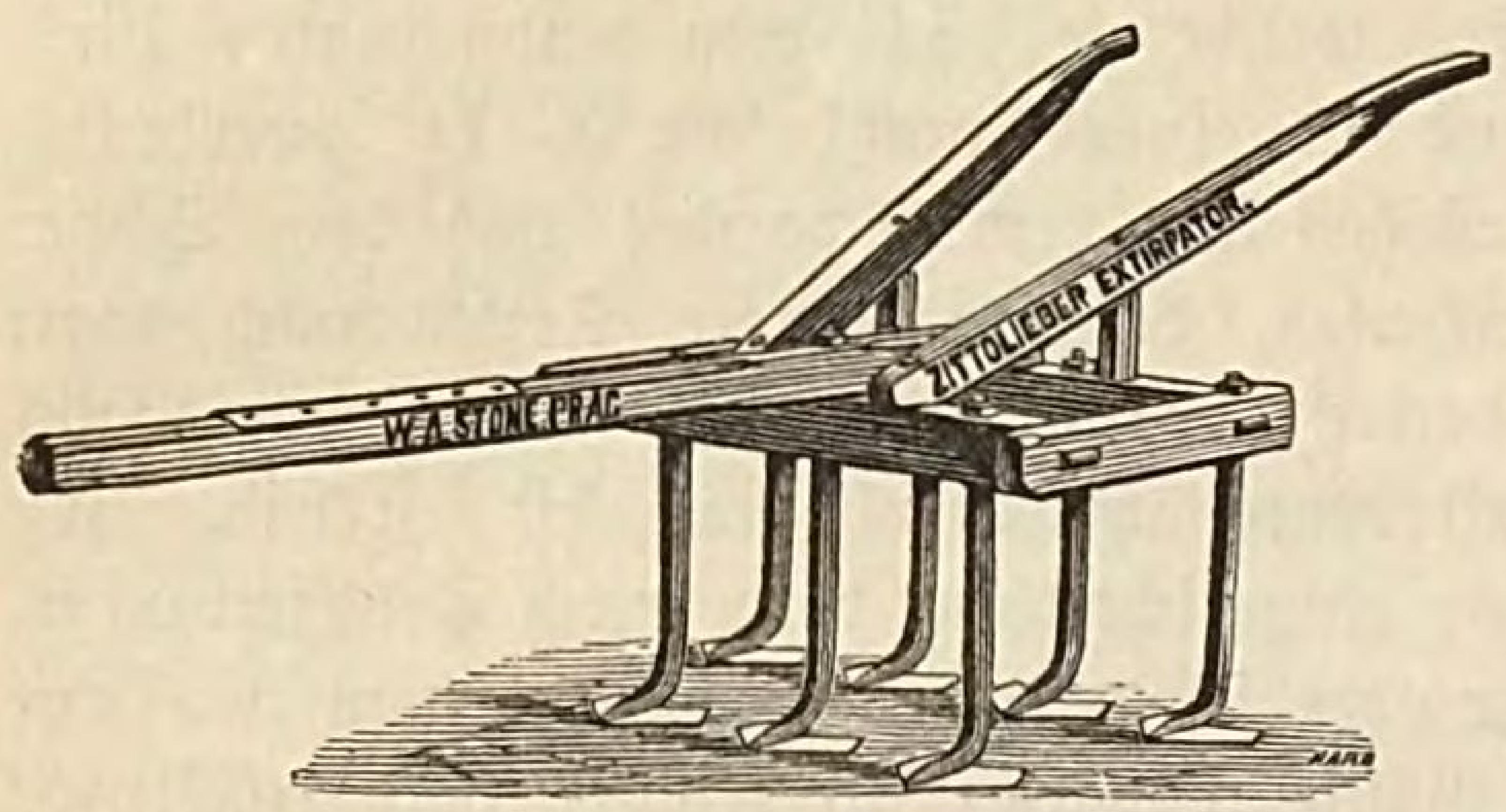


Fig. 55. Zittolieber Exstirpator von William A. Stone — Prag. — Breite 78 cm, mit 7 Scharfüßen und Stahlscharen in V Form, Gewicht 33 kg, Preis 70 *M.*, 35 fl.

4. Die **Grubber** können als kräftiger gebaute Exstirpatoren angesehen werden; sie haben die Bestimmung, den Boden auf eine größere Tiefe kräftig zu lockern. Ihre Anforderungen an die tierische Zugkraft sind bedeutend, gewöhnlich erfordern sie 3—4 kräftige Zugtiere. Am bekanntesten ist der 320—350 kg schwere Coleman'sche Grubber, Fig. 56, dessen gußeiserne, 6,5—13 cm breite Schare an schmiedeeisernen Scharstielen aufgesteckt werden. Eine besondere Bedeutung hat der Grubber erst durch die Anwendung der Dampfkraft (S. 150) erlangt. Mit demselben wird eine ausgezeichnete Arbeit bei tiefem Umbrechen von Stoppeln und bei der Tiefkultur geleistet, namentlich dann, wenn eine Vermischung des Untergrundes mit dem Obergrunde nicht rätlich erscheint.

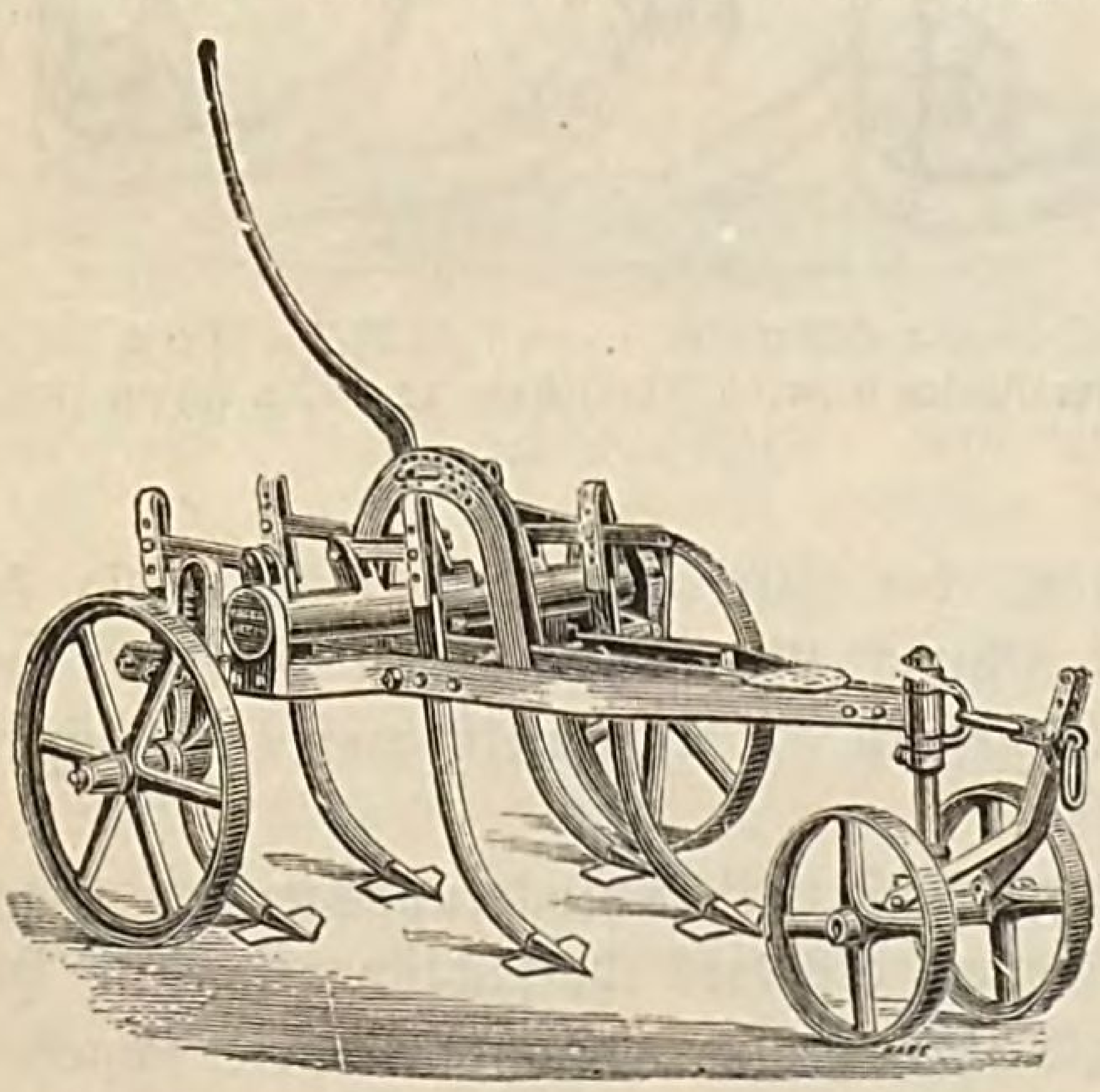


Fig. 56. Coleman's Kultivator mit fünf Scharen von Coleman & Morton—Chelmsford. — Breite 0,81—1,17 m, Tiefgang 36 cm, Gewicht 280 kg, Leistung 0,57—2,3 ha pro Tag, Preis bei Schütt & Ahrens—Stettin einschließlich 2 Scharsätzen 140—195 *M.*

In neuerer Zeit findet zum Auflockern der Furche vor der Saat und zum Reinigen von verquecktem Boden die 12—25scharige Grubber- oder Schlepp-Egge, Fig. 57, vielfache Anwendung; ihr voller Tiefgang beträgt 20 cm.

5. Der Wühler (Mineur, Untergrundpflug). Die Arbeit des Wühlers besteht in einem horizontalen, 16—20 cm unter der gewöhnlichen Pflugfurche tiefen Abschneiden des Untergrundes und im Krümeln des losgetrennten Bodens. Seine Verwendung ist dort am Platz, wo die Tiefkultur mit Rigolpflügen (S. 106)

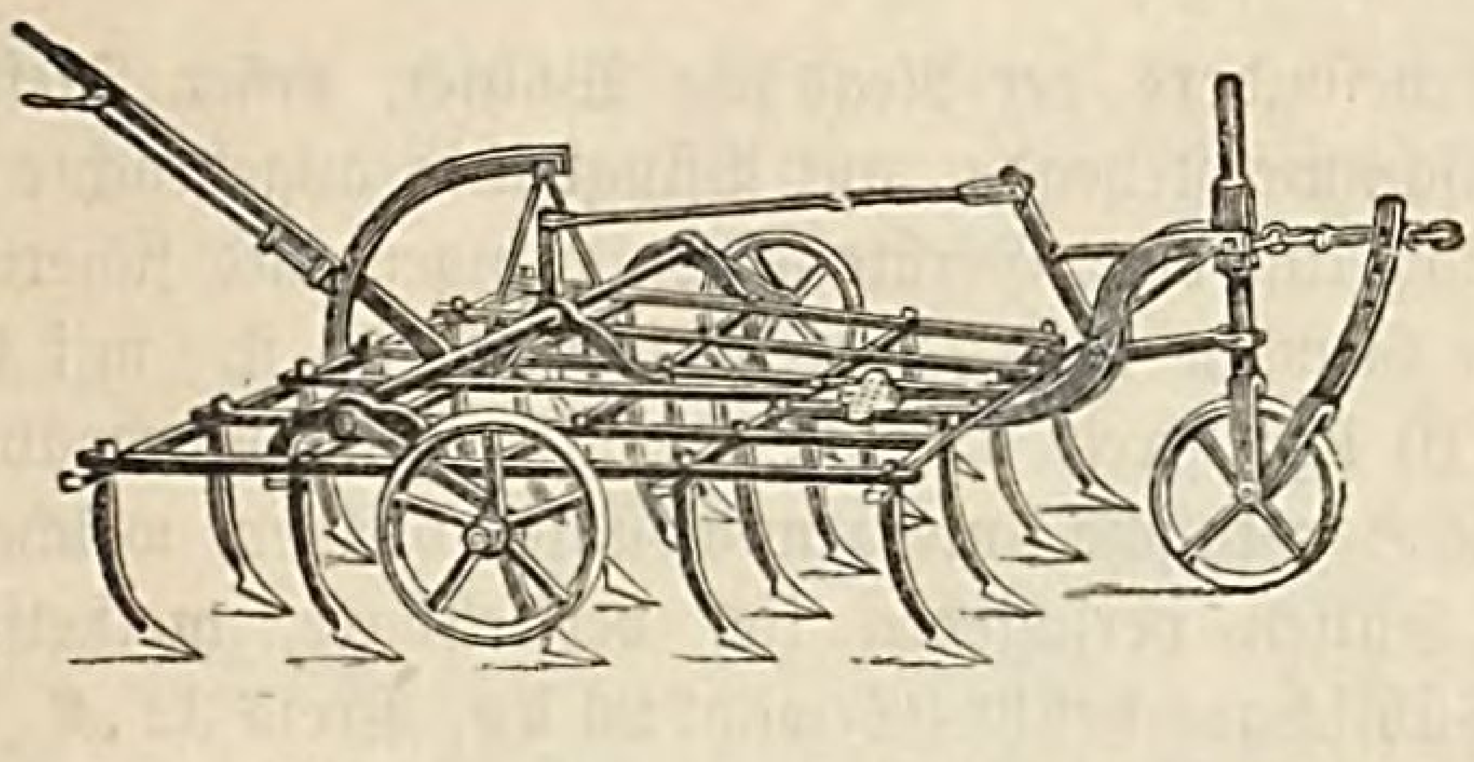


Fig. 57. Grubberegge mit Einrichtung zum Selbstausheben durch den Zug der Pferde von J. & F. Howard — Bedford. — L 4 für vier Pferde mit 25 Zinken 2,3 m breit, Gewicht 267 kg, Preis 230 M.

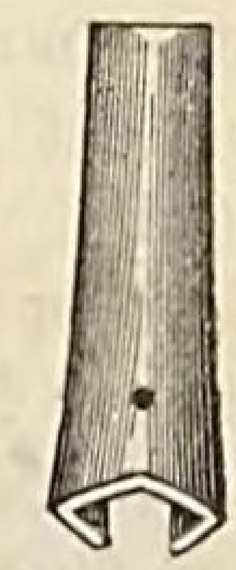


Fig. 58. Schar zum Untergrundpflug von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich.

oder durch zwei verschieden tief, in derselben Furche gehende Pflüge, wegen des Heraufbringens des unverwitterten oder ungünstig beschaffenen Untergrundes nicht thunlich ist.

Der Wühler gleicht dem Haken, aus welchem er hervorgegangen ist. Am gewöhnlichsten findet man denselben mit Stelzen oder Radstelzen versehen oder auch als Schwinghaken verwendet. Der wirksame Teil des Wühlers ist das Schar, welches durch eine entsprechend lange, zur Erleichterung des Eindringens

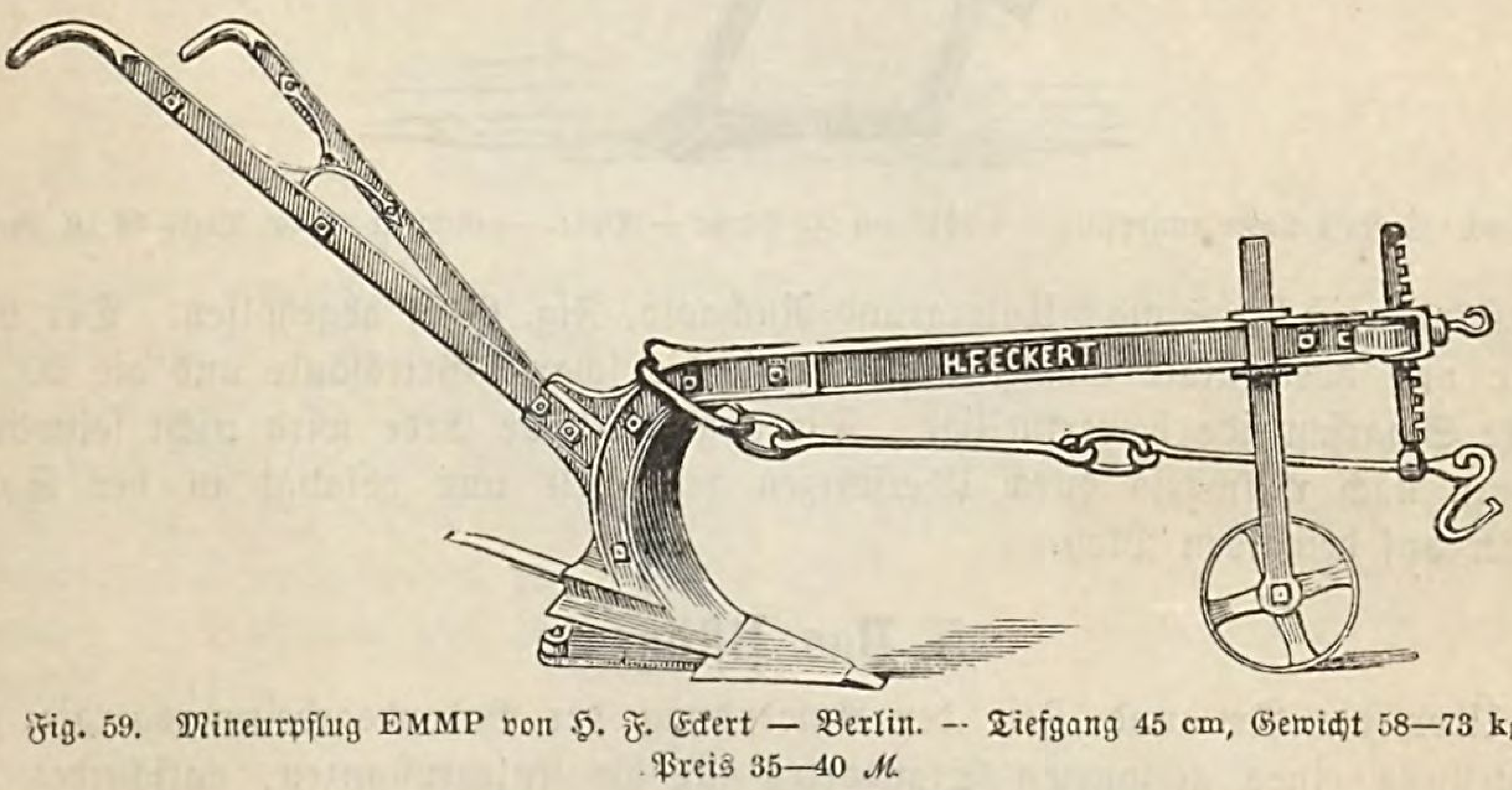


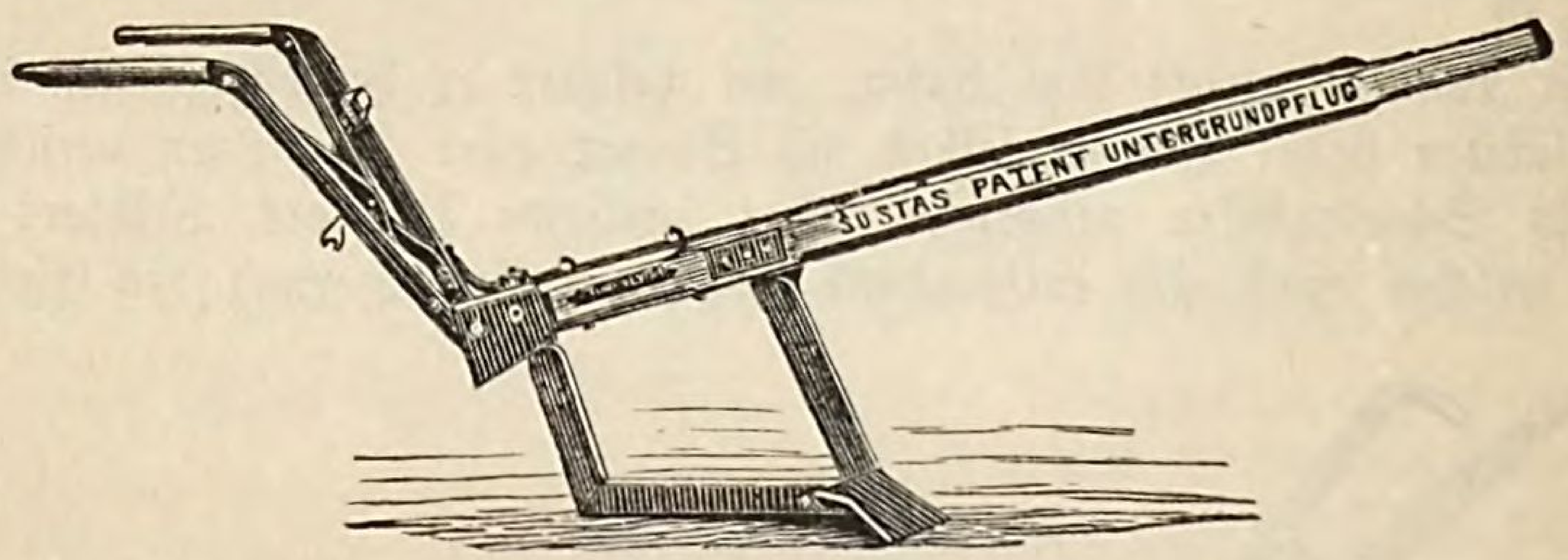
Fig. 59. Mineurpflug EMMP von H. F. Eckert — Berlin. — Tiefgang 45 cm, Gewicht 58—73 kg, Preis 35—40 M.

nach vorn kantig zulaufende Griessäule mit dem hölzernen oder eisernen Pflugbaum verbunden ist. Das aus Gußeisen oder Gußstahl gefertigte Schar, Fig. 58, hat je nach der Beschaffenheit des Bodens, in welchem es zu arbeiten bestimmt ist, eine zungen=, meißel= oder keilförmige Gestalt. Für bindigen Boden werden überdies zu jeder Seite des Schares zwei kleine Streichfortsätze oder Streichflügel angesetzt, welche durch mäßiges Heben des Bodens eine kräftigere Lockerung und ein Aufwühlen in der Furche bewerkstelligen, so daß diese oft ganz mit Erde ausgefüllt erscheint. Ungeachtet die Breite des Schares gering (15—27 cm) ist, so erfordert

der Wühler doch eine Bespannung von 4 Zugtieren, um in dem festen, geschlossenen Untergrund fortbewegt zu werden. Zu den bekanntesten, stets sehr stark gebauten Wühlern gehören der amerikanische Mineur= oder Untergrundpflug, Fig. 59, und der für leichteren Boden geeignete Möhl'sche oder Pietzpuhler Wühler (Gewicht 33—40 kg, Preis 40—70 *M.*, 20—35 fl.).

Für schweren Boden eignet sich besonders der Read'sche Wühler, dessen Tiefstellung (26—32 cm) durch zwei schmal beisammenstehende, am Pflugbaum angebrachte Räderpaare bewerkstelligt wird, welche gleichzeitig dem Geräte einen ruhigen und sichern Gang verleihen (mit hölzernem Pflugbaum Gewicht 75 kg, Preis 110 *M.*, 55 fl.; mit Grindel aus eiserner Doppelschiene Gewicht 110 kg, Preis 190 *M.*, 95 fl.). Nicht unerwähnt darf der für leichtere Bodenarten geeignete Horsky'sche Untergrundwühler bleiben, welcher zwei, mit dem Pflugbaum verstrebte, in Hülsen verschieden tief verstellbare, meißelförmige, hinter einem Ruchadlo angebrachte Wühlschare besitzt (Gewicht 26 kg, Preis 32 *M.*, 16 fl.). Durch diese Vereinigung eines gewöhnlichen Krümelpfluges mit einem Wühler wird an Zugkraft und Führung gespart.

Sämtliche oben genannte Wühler stellen bedeutende Anforderungen an die Zugkraft, da sie den festen Boden ruckweise und doch nicht immer der ganzen Sohlenbreite nach abreißen und gegen das feste Erdreich seitlich verschieben. Diesen



g. 60. Šusta's Untergrundpflug von William A. Stone — Prag. — Gewicht 45 kg, Preis 56 *M.* 28 fl.

Übelständen ist bei Šusta's Untergrund=Ruchadlo, Fig. 60,[1]) abgeholfen. Der vertikale und horizontale Schnitt wird durch die scharfe Griessäule und die 20 cm breite Scharschneide bewerkstelligt. Die abgeschnittene Erde wird nicht seitwärts, sondern nach rückwärts durch Überstürzen gekrümelt und gelangt in der Sohle wieder auf denselben Platz.

5. Das Pflügen.

Über die Art und Zeit der Anwendung der Bodenbearbeitungsgeräte zur Herstellung eines geeigneten Standortes für die Kulturpflanzen, entscheidet die genaue Erwägung des jeweiligen Bestandes, in welchem sich der zu bearbeitende Boden durch die Einwirkung der vorausgegangenen Pflanze, der vorausgegangenen Kultur und der jeweiligen Witterung befindet. Wenn nun auch manche allgemeine Winke für die zeitgemäße Bearbeitung des Bodens gegeben werden können, so giebt doch erst langjährige Beobachtung des Bodens oder die praktische Erfahrung Anhaltspunkte, welche mit voller Sicherheit den Erfolg gewährleisten. Im allgemeinen wird das Pflügen derart einzurichten sein, daß der Zweck der Bodenbear=

---

[1]) Österr. landwirtsch. Wochenblatt. Wien 1877, S. 448.

beitung — die Fruchtbarkeit des Feldes zu steigern — mit dem geringsten Aufwand von Kraft und Zeit erreicht werde. Durch die Bodenbearbeitung soll das den Pflanzen zugängliche Bodenvolumen vermehrt, die Ackerkrume vertieft oder die Absorptionsfähigkeit und die physikalischen Eigenschaften des Bodens günstig verändert und das Unkraut vertilgt werden. Bei der Bearbeitung des Bodens mit dem Pflug sind daher zu beachten: 1. der Zeitpunkt für das Pflügen, 2. die Tiefe und Breite des Pflügens, 3. die Tiefkultur, 4. die Gestaltung der Bodenoberfläche und die Richtung der Bearbeitung, 5. die Zahl der Pflugfurchen, 6. die Brachbearbeitung und 7. die Leistungsfähigkeit des Pfluges.

1. Der Zeitpunkt für das Pflügen.

Die richtige Zeit für das Pflügen hängt von dem jeweiligen Feuchtigkeitszustande des zu bearbeitenden Bodens ab. Der Boden darf weder zu trocken, noch zu naß sein, sondern soll jene Feuchtigkeit besitzen, bei welcher derselbe den geringsten Zusammenhalt hat und dem Eindringen des Pfluges den wenigsten Widerstand entgegenstellt. Der praktische Landwirt bezeichnet diesen Bodenzustand als „abgetrocknet", ohne daß es jedoch möglich wäre, zifferisch anzugeben, bei welchem Wassergehalte der Boden in diesen Zustand kommt.

Im Frühjahre vor der Saatbestellung und bei Thon- und Lehmboden, je bindiger dieselben sind, muß ein nasses Pflügen besonders vermieden werden. Weniger Gefahr bringt das Naßpflügen vor Winter oder bei einem leichten, sandigen Boden. Beim Feuchtpflügen glatschen die Furchenstreifen, ohne gekrümelt zu werden, zusammen; nach dem Austrocknen bilden sie harte Schollen, welche sich nur schwer verkleinern lassen; abgesehen davon, daß aus dem feuchten Boden das Unkraut nicht herausgebracht werden kann.

Wird bindiger Thon- oder Lehmboden im trockenen Zustande gepflügt, so wird der Boden, wenn seine Verhärtung überhaupt ein Pflügen zuläßt, in großen, festen Schollen aufgebrochen, deren nachherige Verkleinerung bedeutende Schwierigkeiten und Kosten verursacht. Trockener, sandiger Boden wird dagegen durch unzeitgemäßes Pflügen um so mehr austrocknen; gegenüber diesem Nachteile verschwindet der Vorteil, das Wurzelunkraut leichter ausziehen zu können.

Das Stürzen von Stoppeln, vernarbtem Grasland 2c. wird leichter auszuführen sein, wenn vorher ein, wenn auch nur schwacher Regen die oberste, verhärtete Bodenschichte durchfeuchtet hat. Ebenso werden schollige Felder nach einem Regen leichter zu bearbeiten sein, da die Schollen durch den Regen aufgeweicht und zerbröckelt werden.

2. Die Tiefe und Breite des Pflügens.

Die Tiefe der Bearbeitung bedingt die Größe des Vorrates an aufnehmbaren Nährstoffen im Boden. Durch die Vertiefung der Ackerkrume werden Bodenschichten, welche bisher der Einwirkung der Atmosphäre verschlossen waren, dieser ausgesetzt und zur Vermehrung des Vorrates von aufnehmbarer Pflanzennahrung herangezogen. Soll diese Vermehrung dauernd erhalten bleiben, so muß naturgemäß mit der Vertiefung der Ackerkrume eine Verstärkung der Düngung Hand in Hand gehen.

Mit der Tiefe der Bodenbearbeitung vergrößert sich auch das Bodenvolumen,

welches den Pflanzenwurzeln zugänglich wird. Nach Hellriegel genügt zwar unter Voraussetzung einer ausreichenden Bodenlockerung und eines reichlichen Nährstoffvorrates ein sehr geringes Bodenvolumen zur Bildung einer großen Wurzelmasse. Es liegt jedoch nahe, daß im Felde durch die Vermehrung des Bodenvolumens gleichzeitig eine Vergrößerung des Nährstoffvorrates eintritt, welche die Wurzelentwickelung und entsprechend dieser die Ausbildung der oberirdischen Pflanzenteile wesentlich begünstigt.

Sechs Gerstenpflanzen produzierten nach Dr. H. Hellriegel (Beiträge zu den naturw. Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig 1883, S. 204) an Trockensubstanz (g) in Töpfen von

I.	93 cm Höhe,	mit 18,6 kg Erde,	22,14 Körner,	4,31 Spreu,	17,57 Stroh,	44,02 Sa.
II.	62 „	„ „ 12,4 „ „	28,80 „	5,45 „	24,70 „	58,95 „
III.	31 „	„ „ 6,2 „ „	16,45 „	3,11 „	14,98 „	34,54 „
IV.	15,5 „	„ „ 3,1 „ „	9,02 „	1,63 „	8,63 „	19,28 „

Pro kg Boden (I. 2,36, II. 4,75, III. 5,52, IV. 6,22) ist der Ertrag um so geringer, je größer das Bodenvolumen.

Je nach der Tiefe, in welcher der Boden unter gleichzeitigem Umwenden des abgeschnittenen Erdstreifens gelockert wird, unterscheidet man ein

9—10 cm tiefes oder	flaches	Pflügen,
10—15 „ „ „	seichtes	„
15—18 „ „ „	gewöhnliches	„
18—20 „ „ „	tiefes	„
20—50 „ „ „	sehr tiefes	„

Über 20 cm wird eine weitere Bearbeitung nicht mehr mit dem gewöhnlichen Pflug oder Haken, sondern mit dem Untergrundpflug oder dem Wühler vorgenommen; man spricht dann von der Tiefkultur.

Handelt es sich darum, organische humusbildende Substanz, wie Stoppeln, Wurzelrückstände, Stalldünger in dem Boden unterzubringen, um eine möglichst große düngende Wirkung zu erzielen, so wird ein flaches oder seichtes Pflügen anzuwenden sein. Soll dagegen durch die organische Substanz, wie bei langen Stoppeln, strohigem Dünger, eine Lockerung des bindigen Bodens erzielt werden, so wird ein gewöhnliches und selbst ein tiefes Pflügen angezeigt sein. Die Unterbringung des Samens mit dem Pflug erfordert gleichfalls ein seichtes Pflügen, damit jener die Bedingungen zum sicheren Keimen finden kann. Im allgemeinen wird der Sandboden tiefer als der Thonboden zu pflügen sein.

Ein tiefes Pflügen wird sich besonders für tiefwurzelnde Pflanzen, wie mehrjährige Klee- und Futtergewächse, Wurzel-, Öl- und Hülsenfrüchte eignen. Bei hoher Kultur der Landwirtschaft erhält selbst das Wintergetreide einen tief gelockerten Boden, um nachhaltig hohe Erträge zu erzielen.

Im Zusammenhange mit der Tiefe des Pflügens steht die **Breite** des abgeschnittenen Erdstreifens, welche, je nach der Konstruktion des Pfluges, besonders der Breite des Schares, verschieden ausfallen wird. Ist es Absicht der Bodenbearbeitung, einen möglichst großen Furchenquerschnitt über die Bodenfläche der Einwirkung der Atmosphäre auszusetzen, so muß, wie S. 93 nachgewiesen, die Breite zur Tiefe in einem Verhältnisse von 1 : 1,414 oder bei gewöhnlichem Pflügen auf 18 cm Tiefe eine Breite von 25,4 cm, bei flachem Pflügen auf

10 cm Tiefe eine Breite von 14,1 cm genommen werden. Im ersten Falle wird ein Furchenquerschnitt von 457,2 qcm, im zweiten Falle nur von 141 qcm abgeschnitten. Um nun im letzteren Falle die Arbeit schneller zu verrichten, und die Zugkraft besser auszunützen, nimmt man eine oft um das doppelte breitere Furche, wenn man darauf verzichten kann, daß das Feld nach dem Pflügen in möglichst rauher Furche daliegen soll, wie z. B. bei der Zerstörung des Unkrautes, bei dem Stoppelstürzen, der Unterbringung der Saat, wo ohnehin die Furchen bald durch das nachfolgende zweite Pflügen oder durch das Eggen verwischt werden. Anderseits nimmt man ungeachtet des größeren Zeitaufwandes schmälere Furchen, als oben angegeben, wenn es sich darum handelt, einen zähen, bindigen Boden kräftig zu lockern.

3. Die Tiefkultur.

Die Tiefkultur besteht in der Vertiefung der Ackerkrume über 20 cm, oder in der Lockerung des Untergrundes. Dieselbe soll durch Erleichterung der Wurzelverbreitung der Pflanzen, durch Regulierung der Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens und durch Aufschließung der Bodennahrung eine Erhöhung der Ernteerträge herbeiführen.

Der ausgiebiger gelockerte Boden und die größere Feuchtigkeit in den tieferen Bodenschichten begünstigen die Entwickelung tiefgehender Wurzeln, durch welche wieder die sichere Versorgung der Pflanze mit dem nötigen Wasser, selbst während ungünstiger Witterungsperioden, gewährleistet ist. Die Sicherung der Ernteerträge durch die Tiefkultur zeigt sich am augenfälligsten bei Pflanzen, welche wie Klee- und Rübengewächse, auf die Ernährung aus tieferen Bodenschichten angewiesen sind. Angeregt durch den größeren Nährstoffvorrat in dem tief gelockerten Boden wird nicht nur der Tiefgang, sondern auch die Verzweigung der Wurzeln (S. 17) wesentlich befördert.

Ein wesentlicher Vorteil der Tiefkultur besteht darin, daß durch Vertiefung der Ackerkrume der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens geregelt wird. In einem tief gelockerten Boden verteilt sich die Wassermasse eines ausgiebigen Niederschlages auf ein viel größeres Bodenvolumen, als wie in einem seicht gelockerten Boden. Ein Übermaß von Wasser kann überdies in einem tief gelockerten Boden leichter abfließen oder durch Verdunsten verringert werden. Die Pflanzen werden daher viel weniger von nasser Witterung zu leiden haben. Im Frühjahre werden tiefgepflügte Felder schneller abtrocknen und deshalb rechtzeitiger bestellt werden können. Anderseits wird in trockenen Zeiten der Boden sich feuchter halten, nachdem die unteren, gelockerten Bodenschichten nicht so rasch, als wie die oberen abtrocknen, und durch das erleichterte Aufsteigen des Grundwassers angefeuchtet werden. Dazu kommt, daß tief gelockerter Boden in Folge seiner stärkeren Taubildung viel mehr hygroskopisches Wasser festhält. Die Pflanzen können außerdem bei ihrer reichlicheren Wurzelentwickelung ihren Wasserbedarf aus einem viel weiteren Bodenraum entnehmen. Dieser Umstand ist größtenteils die Ursache, daß in trockenen Gegenden die Ernteerträge auf tiefkultivierten Feldern viel sicherer sind.

In Folge der Tiefkultur wird schließlich die Luft ungehinderter in den Boden eindringen können und die Aufschließung und Umsetzung der Bodennähr-

stoffe, sowie die Ausnutzung des Düngers beschleunigen. Die in tiefere Schichten eingedrungenen Pflanzenwurzeln werden ihrerseits bei der Verwesung den Stoffumsatz in tieferen Bodenschichten befördern. Für sich allein angewendet führt daher die Tiefkultur zu einer Verminderung der Substanz des Bodens, je höher die Ernteerträge steigen.

Bei unverständiger Anwendung der Tiefkultur, besonders ohne Anwendung größerer Düngermassen, können anfänglich auch Rückschläge in den Ernteerträgen eintreten. Dieselben fallen um so empfindlicher aus, wenn durch Heraufholen des rohen Bodens aus dem Untergrunde und durch das Versenken der fruchtbaren Ackerkrume in die Tiefe eine Verschlechterung oder ein sog. Todpflügen des Feldes eingetreten ist. Eine solche Bodenverschlechterung ist um so nachteiliger, als sie erst nach langjähriger Kultur wieder behoben werden kann. Befindet sich z. B. in einer trockenen Gegend im Untergrunde Schotter, oder eine undurchlassende Schichte bei einer durchlässigen Ackerkrume 2c., so wird die Tiefkultur nur von Nachteil sein.

Im allgemeinen soll die Ackerkrume nur so weit vertieft werden, daß die tief untergebrachte Humussubstanz je nach der Bodenbeschaffenheit noch eine vorteilhafte Wirkung ausüben und die heraufgebrachte Menge des Untergrundes den physikalischen Zustand und das Absorptionsvermögen der Ackerkrume noch günstig beeinflussen kann. Alle nicht zu stark gebundenen, tiefgründigen, humusreichen Böden können ohne Nachteil tief gepflügt werden, je reichlichere Stallmistdüngungen zur Aufschließung des an die Oberfläche gebrachten Untergrundes zur Verfügung stehen. Bei gebundenem Boden, bei Boden mit flacher, humusarmer Krume wird das Heraufbringen des rohen Untergrundes um so nachteiliger sein, je weniger dessen Verwitterung und Umwandlung in gare, mürbe Ackererde durch Stalldünger unterstützt werden kann.

In jedem Falle ist die Tiefkultur im Herbst vorzunehmen, damit das in rauher Furche liegengelassene Feld der Einwirkung des Frostes ausgesetzt wird, welcher am billigsten und schnellsten die Mürbung des Bodens herbeiführt. Am zweckmäßigsten wird die Tiefkultur vor der Bestellung des Feldes mit Hack- oder Ölfrüchten ausgeführt, und zwar auf demselben Felde nicht jedes Jahr, sondern alle 3, 4, 6 Jahre. Halmgetreide, besonders Gerste und Roggen erleiden, auf erst einmal rigoltem Boden gebaut, einen Ernteausfall, da sie zu ihrem Gedeihen einen gewissen mürben Zustand des Bodens verlangen, welcher erst in zwei, drei Jahren nach der Ausführung der Tiefkultur eintritt.

Um sich nach Möglichkeit vor Mißerfolgen bei der Tiefkultur zu schützen, empfiehlt es sich, vor der Ausführung den Untergrund einer genauen Untersuchung zu unterziehen und auch dann erst nur probeweise eine kleine Fläche vorzunehmen. Bei dem geringsten Zweifel an dem Erfolge bleibt es immer rätlich, die Vertiefung der Ackerkrume nicht auf einmal, sondern nur nach und nach zur Ausführung zu bringen.

Die Ausführung der Tiefkultur wird sich nach der Verschiedenheit der Verhältnisse zu richten haben. Läßt die Bodenbeschaffenheit ein Heraufbringen des Untergrundes zu, so wird die Tiefkultur entweder mit dem Spaten, oder durch Doppelpflügen, oder mit dem Rigolpflug, oder durch den Pflugspaten ausgeführt. Der Spaten liefert die vorzüglichste Arbeit, gewöhnlich ist dieselbe aber zu kost-

spielig, um allgemeiner zur Tiefbearbeitung angewendet zu werden. Gebräuchlicher ist das Doppelpflügen, bei welchem zwei, verschieden tief gestellte Pflüge in einer und derselben Furche hinter einander geführt werden. Der erste gewöhnliche Pflug legt die oberste Bodenschichte von 15—20 cm in die geöffnete Furche, der nachfolgende zweite mit höherem Streichbrett greift noch 10—18 cm tiefer und legt den heraufgebrachten Boden auf die bereits in der Furche liegende obere Schichte. Eine ähnliche, jedoch vollkommenere Arbeit verrichtet der Rigolpflug, dessen Vorschar die oberste Schichte abschält und in die Furche wirft, während der nachfolgende Pflugkörper den tief abgeschnittenen Erdkörper umlegt. Bei dem Pflugspaten wird die Furchensohle nach einem voraus gegangenen Pflug mit dem Spaten aufgegraben und die ausgehobene Erde über den aufgepflügten, zur Seite gelegten Furchenstreifen gleichmäßig ausgebreitet. Den bei der Tiefkultur gleichzeitig aufgefahrenen Dünger bringt man nicht so tief unter, sondern mit einer seichteren Pflugfurche, damit derselbe die Mürbung und Verwitterung des heraufgebrachten, humusarmen Bodens unterstütze.

Läßt dagegen der Boden eine Vermischung der oberen mit den unteren Schichten nicht zu, so begnügt man sich mit der Lockerung der tieferen Bodenschichten, ohne diese heraufzuschaffen. Am ausgiebigsten wird dies durch Anwendung des Dampfgrubbers erreicht. Steht jedoch nur Spann- und Handkraft zur Verfügung, so wird der Untergrund entweder durch den Wühler, das Untergrund-Ruchadlo, oder durch die Bearbeitung der Furchensohle mit der Grabgabel, ähnlich wie bei dem Pflugspaten, gelockert.

Erwähnenswert ist der Vorschlag von W. Funke (Über Untergrunddüngung und einen Untergrunddüngepflug. Berlin 1872), die Bearbeitung des Untergrundes mit einer Düngung desselben zu kombinieren. Bei dieser modifizierten Tiefkultur oder Untergrunddüngung, welche die höchste Ausnutzung des Düngers gewährleistet, soll der Stalldünger für die Ackerkrume verwendet werden und der konzentrierte Hilfsdünger durch den Untergrunddüngepflug zu den tieferen Bodenschichten gebracht werden.

4. Die Gestaltung der Bodenoberfläche.

Je nachdem die Oberfläche des Feldes durch das Pflügen verschieden gestaltet wird, unterscheidet man das: Ebenpflügen (Ebenbau), Beetpflügen (Beetbau) und Kammformen (Kammbau).

Eine ebene Feldfläche läßt sich am leichtesten mit dem Wechselpflug herstellen, welcher Furche an Furche nach derselben Seite legt. Am vollkommensten wird der Ebenbau mit dem Balancierpflug bei der Dampfkultur ausgeführt. Bei den Spannwechselpflügen steht die unvollkommenere Ausbildung des Streichbrettes der allgemeinen Anwendung derselben entgegen. Beim Pflügen von Abhängen mit dem Wechselpflug werden die Furchen immer nach abwärts gelegt und damit eine Anhäufung des Bodens am Fuß des Abhanges veranlaßt. Bei sorgfältiger Kultur muß daher von Zeit zu Zeit der, auch durch Abschwemmen, in die Tiefe gebrachte Boden wieder auf die Höhe geschafft werden.

Mit dem Beetpflug läßt sich annähernd ebenpflügen, wenn man 4—20, meist 10—15 m breite Abteilungen, Gewende, in Angriff nimmt, oder bei kleineren, unter 4 m breiten Abteilungen, Beeten, die Zwischenfurchen nur flach aushebt und wieder zuschleift oder mit dem Exstirpator, der Saatharke oder auch dem

Pflug ausgleicht. Am vollkommensten und mit dem geringsten Zeitverlust, welcher bei dem eben angegebenen Verfahren durch das Leergehen bei dem Übergang des Pfluges von einer Furche zur anderen oft beträchtlich ausfallen kann, läßt sich das Ebenpflügen durch das sog. Karree- oder Figurenpflügen ausführen. Man beginnt dabei die Arbeit an einer Ecke, fährt längs der Grenzen um das ganze Feldstück und beendet dieselbe in der Mitte mit einer offen bleibenden Furche. An jeder Ecke, an welcher der Pflug seine Richtung ändert und neu eingesetzt werden muß, treten jedoch die Zugtiere den bereits gepflügten Acker zusammen. Am Schlusse des Pflügens müssen daher die zusammengetretenen Streifen, von den Ecken einwärts, mit dem Pflug oder Exstirpator wieder aufgelockert werden. Hat man die Vorfurche in angegebener Weise Karree-gepflügt, so wird man die nachfolgende Saatfurche nicht am Rand, sondern in der Mitte des Feldstückes beginnen. Bei dem Figurenpflügen wird man die Arbeit am besten ausführen, wenn man erst im Innern des Feldstückes eine Figur absteckt und für sich pflügt. Diese Figur hat eine solche Gestalt zu erhalten, daß rings um dieselbe bis zum Feldrand ein gleich breiter Streifen bleibt, welcher dann nach allen Seiten durch gleichviel Pflugfurchen aufgepflügt wird. Bei langen Feldstreifen und kleinen Ackerstücken läßt sich jedoch diese Art des Ebenpflügens mit Beetpflügen nicht ausführen.

Durch das Beetpflügen wird der Boden in breite oder schmale, flach oder stark gewölbte Abteilungen (Gewende, Beete) gebracht. Die Herstellung der Beete erfolgt entweder durch Zusammen- oder Anpflügen (Zusammenschlagen), oder durch Auseinander- oder Abpflügen, je nachdem der Erdstreifen entweder einwärts, oder auswärts jener Fläche geworfen wird, welche der Pflug bei seinem Gang begrenzt.

Wird ein ebenes Feld in Beete gepflügt, so wird vorerst die Richtung der Beetrücken genau abgesteckt, und dann jederseits der bezeichneten Linie eine Furche, die Anfurche, ausgehoben (Antreiben der Gewende). Bei der Herstellung der Beete durch das Zusammenpflügen werden die Anfurchen wieder zusammengelegt und entweder rings um dieselben — dem Beetrücken — Furche an Furche gelegt, bis das ganze Beet vollendet ist, oder noch zweckmäßiger die Hälften zweier, benachbarter Beete, d. i. die Fläche zwischen zwei Ausstichfurchen, aufgepflügt. Zwischen zwei angrenzenden Beeten bleibt immer eine Doppelfurche, die Ausstichfurche offen. Damit dieselbe nicht zu breit ausfällt, nimmt man die beiden letzten Furchenstreifen schmäler und hält dabei den Pflug etwas geneigt gegen die Landseite, um eine dreieckige Ausstichfurche zu erhalten. Bei dem Auseinanderpflügen beginnt man in der früheren Ausstichfurche, so zwar, daß an Stelle dieser der Beetrücken kommt, während die neue Ausstichfurche an der Stelle des Beetrückens belassen wird. Durch das abwechselnde Auseinander- und wieder Zusammenpflügen der Beete kann allein die gleiche Form und Wölbung der Beete erhalten werden.

Die Zahl der Furchen, welche zu einem Beet zusammengelegt werden, richtet sich nach der Furchen- und Beetbreite. Schmale Beete werden von 4—8 Furchen, breite von 10—20 Furchen gebildet. 4—6 Furchen breite und zugleich stark gewölbte Beete heißen in Oberösterreich, Bayern rc. Bifänge. Beete, welche über 20 Furchen breit sind, lassen sich nur mehr schwer gleichmäßig wölben. Man spricht dann nicht mehr von Beet-, sondern von Ebenpflügen (s. oben). Um die regelmäßige Wölbung der Beete zu erreichen, nimmt man die Furchenstreifen,

welche den Beetrücken bilden, tiefer und pflügt dann, in dem Maße als man sich der Beetfurche nähert, immer seichter. Die richtige Beetanlage ist daher viel mühsamer und verlangt geübtere und aufmerksamere Pflugleute als der Ebenbau.

Durch den Beetbau will man die raschere Ableitung des Regenwassers erzielen und den kapillar durchfeuchteten Boden schneller zum Abtrocknen bringen. Zu diesem Zwecke werden die offenen Furchen der Beete, welche auch nach dem Abeggen ihre Form bewahren, mit dem Anhäufler oder Haken vertieft und glatt ausgestrichen oder es wird aus denselben, wie in Belgien die Erde mit dem Spaten ausgehoben und über die Beete zur Erhöhung derselben ausgebreitet. Die ausgestrichenen Beetfurchen wirken dann ähnlich wie offene Entwässerungsgräben. Von der großen Oberfläche der Beete kann gleichzeitig der Wind die Feuchtigkeit leichter entführen. Dieser Vorteil des Beetbaues läßt sich jedoch viel sicherer durch die Drainage erreichen, welche jede Wölbung des Bodens überflüssig macht, die um so unvorteilhafter, je höher und schmäler sie ist. Die Beibehaltung des Beetbaues wird daher nur in gewissen Fällen gerechtfertigt sein, wie auf bindigem, flachgründigem Boden, auf Boden, welcher sich wegen eines felsigen Untergrundes, einer kesselförmigen Ablagerung, eines benachbarten hochstehenden Gewässers, nicht leicht auf andere Weise entwässern läßt. In den meisten übrigen Fällen ist bei den vielen Nachteilen des Beetbaues der sachgemäße, d. h. zur Vermeidung von Ernterückschlägen allmähliche Übergang zum Ebenbau dringend zu empfehlen.

Gegenüber dem Ebenbau besitzt jedoch der Beetbau den Nachteil, daß die Bodenbearbeitung viel ungleichförmiger ist. Ein Teil des Bodens bleibt, besonders bei mangelhaftem Pflügen, unter den beiden Furchen, welche den Beetrücken bilden, unbearbeitet. Wie diesem Übelstand beim Anfurchen abgeholfen werden kann, wurde früher angegeben. Unvermeidlich ist es jedoch, daß auf dem Beetrücken die fruchtbare Erde zusammengehäuft wird, während die Beetfurche bei seichtem Boden von der Ackerkrume entblößt wird. Ähnliches gilt vom Stallmist, wenn nicht die Vorsicht gebraucht wird, bei dem Ausbreiten desselben am Beetrücken einen Streifen beinahe frei zu lassen und in die Furche Dünger einzustreifen. Bei dem Unterbringen des Samens mit dem Pflug wird sich der Samen am Beetrücken häufen, während die Furchen nur durch Nachsäen mit Samen versehen werden können. Eggt man unter, so wird der Same in die Furche zusammengezogen. Nicht nur, daß die Beetfurchen ungenügend bestellt sind, werden die etwa auflaufenden Pflanzen durch das von dem Beetrücken ablaufende in den Furchen sich ansammelnde Wasser auch vernichtet. Je schmäler die Beete sind, um so größer ist daher die ertragslose Fläche.

Der Bodenverlust durch die Beetfurchen kann, wenn dieselben nur 30 cm breit angenommen werden, in Prozenten der Gesamtfläche betragen bei

40 Furchen breiten Beeten	3,	8 Furchen breiten Beeten	15
20 „ „ „	6,	6 „ „ „	20
10 „ „ „	12,	4 „ „ „	30.

Durch den Beetbau werden überdies die Bestellungsarbeiten vermehrt. Manche lassen sich gar nicht, oder nicht mit jener Vollkommenheit, wie bei der Ebenkultur ausführen. Bei dem Eggen, Walzen ꝛc. wird jener Teil des Gerätes unwirksam

sein, welcher über den Furchen geht. Durch die Beetfurchen wird die Anwendung der Drill- und Mähemaschinen, das Einführen der Ernte sehr erschwert.

Der Kammbau (Billonkultur) ist im Vergleich zu dem Eben- und Beetbau weniger verbreitet. Die Kämme oder Dämme werden entweder mit dem Pflug, dem Haken, dem Häufelpflug, oder mit dem Kammformer hergestellt. Mit dem Pflug kann immer nur ein halber Kamm aufgeworfen werden, die Arbeit fördert daher nur sehr wenig, dafür erhalten jedoch die Kämme die größte Breite. Am häufigsten werden die Kämme mit dem Haken oder mit dem Häufelpflug und zwar gleichzeitig zwei halbe Kämme gezogen. Um bei dem Häufelpflug die gleichen Entfernungen der Kämme einzuhalten, werden vorher in den gewünschten Entfernungen Linien über das Feld gezogen, oder durch einen seitwärts am Häufelpflug angebrachten Markierstab für den nächsten Gang in den Boden geritzt. Die gewöhnliche Breite der mit dem Anhäufler gebildeten Kämme wechselt von 47 bis 53 cm. Genügt eine geringere Kammentfernung (42 cm), so wird die Arbeit rascher mit dem Kammformer ausgeführt. Derselbe besteht aus vier kleinen, an einem gemeinschaftlichen Gestell befestigten Häufelpflügen, welche gleichzeitig — da ein Häufelpflug in einer früheren Furche zur Einhaltung der geraden Linie und des richtigen Anschlusses wieder eingesetzt wird — zwei ganze und zwei halbe Kämme auf dem vorher ebengewalzten Felde aufwerfen. Regelmäßig gestaltete Kämme lassen sich nur in lockerem Erdreich ausheben. Die Kammkultur kann daher nur dann als vollkommen bezeichnet werden, wenn eine gewöhnliche Bearbeitung des Bodens mit dem Pflug vorausgegangen ist. Letztere ist um so notwendiger, als in ungelockertem Boden der Häufelpflug zu viel Zugkraft erfordern und nahezu die Hälfte des Bodens unter den Kämmen unbearbeitet bleiben würde.

Durch die Kammkultur wird ein nasser Boden in vollkommenerer Weise als durch den Beetbau für die Pflanzenkultur geeignet gemacht, nachdem sich durch die größere Oberfläche der Kämme gegenüber dem ebenen Felde die Feuchtigkeitsverhältnisse viel zuträglicher für das Pflanzenwachstum regeln. Das Wasser läuft von den Kämmen leichter ab, ohne dabei den Boden, wie dies bei ebener Fläche eintreten kann, zu verschließen und zu verkrusten. Von untenauf durchfeuchtete Kämme werden durch Verdunsten des Wassers rascher abtrocknen. Die auf den Kämmen stehenden Pflanzen werden aus dem Bereiche der schädlichen Nässe gebracht und erhalten zugleich durch das partielle Anhäufen des Bodens eine tiefere Ackerkrume. Der Kammbau vor der Saat, welcher vor dem Anhäufeln (S. 233) der wachsenden Pflanzen zu unterscheiden ist, eignet sich daher besonders für flachgründigen, an stauender Nässe leidenden Boden und für Gegenden mit reichlichen Niederschlägen. Allerdings erfordert dann der Kammbau, welcher stets mit der Reihenkultur verbunden ist, besonders eingerichtete Kammwalzen, Kammsäe- und Hackmaschinen.

Bei dem Bertel'schen Rückenbau (Josef Bertel, Neues Verfahren beim Anbau und der Kultur der Zuckerrübe mit den hierfür eigens konstruierten Geräten. Wien 1879) werden als letzte Arbeit knapp **vor dem Winter**, möglichst hohe (20 cm und darüber) Erdkämme mit dem 4reihigen Kammformer aufgeworfen und im Frühjahre durch die Walzen der Bertel'schen dreireihigen kombinierten Kammdrillmaschine, nachdem mit derselben der Dünger und der Rübensamen gelegt, unter einem auf 5 cm Höhe, bei 42 cm Basis niedergedrückt, ohne daß vorher irgend eine andere Bodenbearbeitung ausgeführt wird.

Eigentümlich wird die Bodenoberfläche durch das Bälken, Halbpflügen oder Reihen gestaltet. Bei demselben wird neben je einem unberührt gelassenen Bodenstreifen von Furchenbreite ein benachbarter Furchenstreifen ausgehoben und auf jenen umgelegt. Da bei dem Bälken nur die Hälfte des Feldes streifenweise aufgepflügt wird, so wird mit dem geringsten Zeitaufwand eine große Bodenoberfläche der Luft- und Frosteinwirkung ausgesetzt, wenn das Bälken vor Winter ausgeführt wird. Im Frühjahre wird ein gebälktes Feld schneller abtrocknen und daher frühzeitiger bestellt werden können. Das Bälken kann auch als Notbehelf dienen, wenn die Zeit vor dem Winter zu kurz war, um die Stoppeln umzustürzen. In diesem Fall wird bei schmalen Beeten die Arbeit auch gefördert, wenn immer die letzten beiden, in der Beetfurche stehenden Erdstreifen ungepflügt gelassen werden.

Von Bedeutung für die Kultur der Pflanzen ist die Richtung, in welcher die Beete und Kämme gezogen werden. Sind die Gestalt und der Hang des Feldes nicht hinderlich, so giebt man den Beeten ꝛc. wegen der gleichmäßigeren Besonnung die Richtung von Nord nach Süd. Bei geneigten Feldern sind die Beete in der Richtung des Gefälles anzulegen, je mehr die Bodenbeschaffenheit und Regenmenge ein schnelles Ablaufen des Wassers durch die Beetfurchen erfordert. Mit der Zunahme des Gefälles wird das Pflügen mit dem Hang immer schwieriger, ebenso das Abschwemmen des Bodens gefährlicher, weshalb bei stärkerer Neigung die Beete schräg gegen dieselbe zu richten sind. Eine wechselnde Neigung erfordert eine Anlage der Beete nach verschiedenen Richtungen in mehreren Abteilungen. Bei zwei auf einander folgenden Pflugarten empfiehlt es sich, die Richtung der Beete und Kämme zu ändern, um eine ausgiebigere Krümelung und Ebnung des Bodens zu erzielen. Am zweckmäßigsten wird dieses Querpflügen durch den Haken oder Exstirpator ausgeführt, welcher bei größerer täglicher Leistungsfähigkeit den Boden kräftig lockert.

Die Feldränder werden häufig in einer andern Richtung als das übrige Feld, in sog. Randbeeten oder Anwanden gepflügt. Wenn bebaute oder angrenzende fremde Grundstücke, Hecken, Gräben u. dgl., das Überschreiten des Feldrandes hindern, so muß der Pflug nach jedem Gang am Feld selbst umkehren. Dieser Teil wird nach Vollendung der Pflugarbeit als Anwand- oder Randbeet, Vorland für sich bearbeitet. Um das Höherwerden der Randbeete zu vermeiden, müssen dieselben abwechselnd auseinander- und zusammengepflügt werden, aus demselben Grund soll der Pflug nicht am Feldrand, sondern unterwegs ausgeputzt werden.

Ist das Feld fertig gepflügt, so erübrigt noch das Ziehen der Wasserfurchen und das Einputzen des Feldes. Je länger die Beete und je mehr dieselben gegen das Gefälle gerichtet sind, um so notwendiger ist die Herstellung von Wasserfurchen. Für deren Anlage gelten dieselben Grundsätze, wie für die Anlage offener Entwässerungsgräben, deren Stelle sie teilweise vertreten. Richtig geführte Wasserfurchen machen schmale Beete oft überflüssig. Zum Ziehen derselben bedient man sich des Pfluges, der etwas geneigt gehalten wird, damit eine dreieckige Furche ausgehoben werde, oder noch besser des Häufelpfluges oder Hakens. Die Einmündungen der Beetfurchen müssen nachträglich mit dem Spaten frei gemacht werden, um den Ablauf des Wassers zu ermöglichen. Das Rein- und Offenhalten der Wasserfurchen sichert ihre Wirksamkeit. Den Schluß der Ackerarbeit bildet das Einputzen des Feldes. Dasselbe besteht darin, daß man die un-

gepflügt gebliebenen Feldecken, den Boden um die im Feld stehenden Bäume aufspatet und rings um das Feld mit dem Spaten oder dem Pflug eine Furche aushebt. Der Kamm der Furche wird sorgfältig mit dem Rechen geebnet. Die Randfurche hat den Zweck, das Eindringen des Wassers, der Graswurzeln von den Feldrändern zu verhüten und den am Rand stehenden Pflanzen einen leichten, wenn auch vielfach hinreichenden Schutz vor Beschädigungen durch Betreten des Feldes zu gewähren.

Sehr zu empfehlen ist die Anlage nivellierter Wasserfurchen (Prager landw. Wochenbl. 1878. S. 245 und 258) mit einem Gefälle von 1 cm pro 1 m Länge. Die Entfernung der Wasserfurchen von einander hat bei mäßig gebundenem Boden zu betragen bei einer Neigung des Feldes von:

1°	bei 1 m Schichtenhöhe	56 m		5°	bei 3 m Schichtenhöhe	36 m
2°	„ 1,5 „ „	42 „		10°	„ „ „	18 „
3°	„ 2 „ „	40 „		15°	„ „ „	12 „
4°	„ 2 „ „	36 „		20°	„ „ „	9 „

5. Die Zahl der Pflugfurchen.

In manchen Fällen reicht eine Pflugfurche (Pflugart, Pflugfahre) aus, um dem Boden jenen physikalischen Zustand zu geben, welcher für das Gedeihen der Pflanzen am zuträglichsten ist. In vielen Fällen wird das Feld jedoch erst durch 2—4 und mehrmaliges Pflügen in den erwünschten garen Zustand gebracht.

Unter der Ackergare versteht man einen durch Bearbeitung und Düngung herbeigeführten, krümeligen Zustand des Bodens, welcher es möglich macht, daß die Wachstumsfaktoren am vorteilhaftesten zur Wirkung gelangen. Dieser eigentümliche Zustand der Gare äußert sich nach W. von Laer (Die Ackergare, die Brache und der Ersatz der Pflanzennährstoffe. 5. Afl. Leipzig 1882. S. 9 u. 50) wie folgt: „1. Die Farbe des Ackers wird dunkler. 2. Die kleinen Schollen verlieren ihre Zähigkeit; sie werden mürbe und zerfallen. 3. Der Boden fühlt sich anders an. Er wird elastisch unter dem Fuße; in der Hand fühlt er sich weniger rauh an. 4. Die Ackerkrume dehnt sich aus. Sie pufft auf, gewinnt an Volumen. 5. Zuletzt wird das Feld grün, nicht etwa von Unkrautpflanzen, sondern von einer eigenen Art von Pflanzen. Die einzelnen kleinen Schollen, welche aber schon ganz morsch sind, sowie der ganze Acker, überziehen sich mit einer moosartigen, grünen Masse."

Über die Notwendigkeit der Wiederholung der Pflugarbeit entscheiden die Art und Kultur der Pflanze, welche angebaut werden soll, und welche vorausgegangen ist, die Bodenbeschaffenheit, der Kultur- und Düngungszustand des Bodens, die Wahl des richtigen Zeitpunktes bei dem vorausgegangenen Pflügen und die klimatischen Verhältnisse.

Manche Pflanzen, wie Hafer, Mais, Buchweizen (S. 65) gedeihen in Neubrüchen, andere, wie Gerste, Hackfrüchte, benötigen sorgfältiger bearbeitete Böden. Die Reihenkultur erfordert gleichfalls eine sorgfältigere Bodenbearbeitung.

Die vorangegangene Pflanze hinterläßt das Feld in sehr verschiedenem Zustande. Nach Hackfrüchten, welche während der Vegetation fleißig bearbeitet wurden, wird das Feld rein und lose zurückbleiben, so zwar, daß schon eine Pflugfurche oder auch nur ein Eggenstrich hinreicht, um den Acker wieder herzurichten. Nach Hülsenfrüchten und kleeartigen Pflanzen, welche, je blattreicher sie sind, durch Abhaltung der mechanischen Gewalt der Regentropfen und durch ihre Beschattung

(Beschattungsgare) den Boden in einen günstigen physikalischen Zustand erhalten, wird das Pflügen nicht so oft zu wiederholen sein, als wie nach Getreide, welches den Boden geschlossen und verunkrautet zurückläßt.

Die Bodenbeschaffenheit nimmt auf die Zahl der erforderlichen Pflugfurchen gleichfalls Einfluß. Sandboden gelangt schon mit einer Ackerung in den erforderlichen lockeren, mürben Zustand, während Thon- oder Lehmboden erst nach mehrmaligem, verschieden tiefem Pflügen in jenen Zustand versetzt wird und zwar je ungünstiger der Zeitpunkt zum Pflügen getroffen wurde. Ein im guten Kultur- und Düngungszustande befindliches Feld erheischt ein mäßigeres Bearbeiten, um in den garen Zustand zu gelangen, als ein verunkrautetes und verarmtes Land. Je mehr Unkraut aufkeimt, um so häufiger muß das Feld bearbeitet werden.

In warmen, feuchten Gegenden wird sich die Verwitterung und überhaupt der chemische Stoffumsatz im Boden viel lebhafter gestalten, als in kühlen, nassen Landstrichen. In letzteren Örtlichkeiten wird daher die Wiederholung der Pflugarbeit nicht so bald notwendig werden, als wie in ersteren. Die Wurzelrückstände und der Dünger werden längere Zeit zu ihrem Zerfallen brauchen, der Boden wird sich oft erst nach 1—1½ Monaten wieder so fest legen, daß eine erneuerte Lockerung durch den Pflug angezeigt wird. Ebenso werden in trockenen Gegenden längere Zwischenräume zwischen den einzelnen Pflugarten erforderlich sein, da die Schollen langsamer zerfallen und sich das Zerbröckeln des Bodens, sowie das Verfaulen des Mistes, der Stoppeln 2c. verzögert. Ausgiebige Regengüsse verschlemmen und verkrusten den Boden derart, daß gleichfalls eine wiederholte Bearbeitung geboten erscheint.

Zwischen zwei Pflugfahrten soll wenigstens einmal mit der Egge gearbeitet werden, um die Mürbung und Krümelung des Bodens zu vervollständigen, um zu verhüten, daß die Schollen unzerbrochen in den Boden gelangen, um das Unkraut zu vertilgen und das folgende Pflügen zn erleichtern. Nach dem Austrocknen bald erhärtende Bodenarten verlangen, daß sie gleich nach dem Pflügen abgeeggt werden, so lange die Schollen noch leicht verkleinert werden können. In Gegenden mit bindigerem Boden pflegt man daher gleich seit- oder rückwärts von dem Pflug eine Egge anzuhängen, um die Feuchtigkeit zusammenzuhalten, die Zugkraft besser auszunutzen und das Zusammentreten des Feldes beim Eggen zu vermeiden. Soll der Boden zur Beförderung der Verwitterung der Einwirkung des Frostes oder der Atmosphäre möglichst ausgesetzt werden, so eggt man ihn nicht, sondern läßt ihn in rauher Furche liegen; das Eggen, sofern nicht früher Unkraut, besonders bei trockener Zeit, zu zerstören ist, wird dann erst kurz vor der zweiten Ackerung vorgenommen. In trockenen Gegenden und bei leichtem Boden walzt man den Boden nach dem Unterpflügen des Düngers, um durch Andrücken an die Erde das Verfaulen desselben zu befördern.

6. Die Brache.

Zur Ausführung der erforderlichen Zahl von Pflugfurchen steht eine kürzere oder längere Zeit vor der Saatbestellung zur Verfügung. Bei vorgeschrittener Kultur wird gewöhnlich nur der Zeitraum von der im Spätsommer vorgenommenen Ernte bis zur Herbst- oder Frühjahrssaat verfügbar sein. Im Falle der Brachhaltung bleibt jedoch das Feld nahezu ein Jahr unbebaut, um genügende Zeit

für die Bearbeitung zu gewinnen, und damit zwischen den einzelnen Pflugfurchen der Boden ausreichend lange der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt bleiben kann. Wird zu dieser Bearbeitung ein ganzes Jahr verwendet, so spricht man von ganzer oder voller Brache, oder auch, weil der Boden keine Kulturpflanzen trägt, von reiner oder schwarzer Brache. Wird dagegen nur ein halbes Jahr, von Juni, Juli an, der Brachbearbeitung gewidmet, während das Feld vorher als Weideland oder noch zweckmäßiger als Grünfutterland benutzt wurde, so spricht man von halber Brache, Hege-, Johannis- oder Sommerbrache. Wird an Stelle der Brachbearbeitung geweidet, so bezeichnet man die Brache als grüne Brache. Bestellt man das zur Brachbearbeitung bestimmte Feld mit einer Futterpflanze oder einer Hackfrucht, so heißt sie dann bebaute oder besömmerte Brache. Die nach mehrjähriger natürlicher oder angesäeter Weide (Dreesche) folgende Brache wird Dreeschbrache oder mürbe Brache genannt.

Durch die reine oder schwarze Brache beabsichtigt man, nachdem sich die frühere Ansicht von der Ruhe des Ackers, während welcher eine Bereicherung der Bodenkraft eintritt, als unhaltbar erwiesen hat, die Regulierung der Bodentemperatur und Feuchtigkeit, die Herstellung der Gare des Ackers, oder mit anderen Worten eine Bereicherung des Bodens mit assimilierbaren Pflanzennährstoffen auf Kosten der unaufgeschlossenen Nährstoffe, die Verbesserung des physikalischen Bodenzustandes und die Vertilgung der Unkräuter.

Nach den Untersuchungen von Dr. Wollny[1]) ist der brachliegende Boden im Sommer wärmer, im Winter kälter als der beschattete. Die Temperaturschwankungen sind im Brachlande bedeutend größer als in dem mit Pflanzen bestandenen Ackerlande.

	Bodentemperatur				Temperaturschwankungen			
	Brachland		Grasland		Brachland		Grasland	
Tiefe:	10 cm	40 cm	10 cm	40 cm	10 cm	40 cm	10 cm	40 cm
August 1875 . .	21,21	19,81	18,79	18,92	16,5	5,7	8,8	4,2
Februar 1876 .	—1,01	—1,46	—1,79	—1,10	17,7	3,9	11,0	2,8

Die Pflanzen hindern im Sommer den direkten Einfluß der Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche, verbrauchen zur Wasserverdunstung Wärme und strahlen während der Nacht bei klarem Himmel Wärme aus. Im Winter findet dagegen auf dem Brachlande ungehinderte Wärmestrahlung gegen die kältere Umgebung statt; im Frühlinge erwärmt sich das kahle Feld schneller, als das von Pflanzenresten geschützte.

Der Wassergehalt der mit einer vegetierenden Pflanzendecke versehenen Ackererde ist während der Vegetationszeit stets niedriger als jener der im nackten Zustande befindlichen Erde, selbst bei öfterer Bearbeitung.

15. Sept. 1875	Wassergehalt in %	
cm Tiefe	Brachland	Grasland
0— 10	20,93	12,98
10— 40	22,25	14,17
40— 70	23,38	13,55
70—100	24,78	13,01

13. Juni 1875	Wassergehalt in %			
	Lupinen	Buchweizen	Brachland	
			ungelockert	gelockert
cm Tiefe				
0— 2	16,58	12,68	5,47	4,98
2—20	18,23	13,33	23,07	22,46

[1]) E. Wollny, Der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin 1877, S. 84 u. ff.

Bei der Brachhaltung werden durch die stets feuchte Bodenbeschaffenheit, in Verbindung mit der höheren Temperatur, die im Boden enthaltenen Wurzelrückstände von der vorangegangenen Ernte und der Dünger in Humuskörper umgewandelt, und damit alle jene Vorteile erreicht, welche sich an die Vermehrung der Humuskörper im Boden knüpfen. Durch dieselbe wird eine extreme physikalische Bodenbeschaffenheit verbessert. Durch die sich bei der Zersetzung der Humuskörper entwickelnde Kohlensäure werden die Mineralstoffe im Boden aufgeschlossen, gelöst und gleichmäßig verteilt. In Folge der lebhafteren, überdies durch die herrschenden starken Temperaturschwankungen beschleunigten Verwitterung während der Brachbearbeitung werden die unorganischen Stoffe, besonders die unaufgeschlossenen, veränderlichen Gesteine, die Silikate, Zeolithe ꝛc. in aufnehmbare Bodennährstoffe umgesetzt. Die organischen Stoffe und die bei deren Zerfall gebildeten Stickstoffverbindungen erleiden jedoch beträchtliche Verluste, da der freie Stickstoff und die Salpetersäure in Folge der durch die Brache erzielten größeren Lockerheit leicht an die Atmosphäre treten, beziehungsweise wegen der größeren Sickerwassermengen in die Tiefe gewaschen werden.

Nach E. Wollny (Forschg. a. d. Geb. der Agrik.-Physik. Heidelberg 1879) waren in 1 000 Vol. Bodenluft im Durchschnitt vom 11. Mai bis 4. November 1878 im Brachland 14 278 Vol., im Graslaud 3,699 Vol. (3,9 : 1) Kohlensäure enthalten.

Der physikalische Bodenzustand wird durch die Brache am wirksamsten bei bindigeren Bodenarten beeinflußt. Dieselben erhalten durch die fleißige Bearbeitung, durch das Gefrieren und Wiederauftauen bei größerem Feuchtigkeitsgehalt im Winter eine krümelige Beschaffenheit. In Folge davon verringert sich die übermäßige, wasseranhaltende Kraft, der Boden wird trockener, wärmer. Lockerer Boden kann jedoch durch die Brachbearbeitung leicht derart gepulvert werden, daß die Ungunst des physikalischen Zustandes noch erhöht wird.

Nehmen die Unkräuter überhand, so kann schließlich deren gründliche Vertilgung nur durch eine fleißige Brachbearbeitung (Reinigungsbrache) erreicht werden.

Die Verbesserung des Bodenzustandes durch die Brache zeigt sich in der Erhöhung der Ernteerträge und der Qualität der Ernteprodukte der nachgebauten Pflanzen, besonders der Wintergetreidefrüchte, der Winterölfrüchte und der Rübengewächse. Der Steigerung des Ertrages steht jedoch der Ertragsausfall während des für die Pflanzenkultur nicht verwendeten Brachjahres und die größeren Kosten der Bodenbearbeitung gegenüber. Bei vorgeschrittener Kultur lassen sich die Vorteile der Brache durch Düngung, Tiefkultur, Drainage, Hackfrucht- und Futterbau entsprechende Fruchtfolge u. s. w. in viel kürzerer Zeit erreichen, ohne das Feld ein Jahr lang unbenutzt zu lassen. Bei dem Übergang zu intensiverer Kultur wird daher die schwarze Brache aufgegeben und durch die bebaute Brache ersetzt. Durch die Bestellung des Brachfeldes mit Hackfrüchten, welche während ihres Wachstums bearbeitet werden, wird der Boden ebenso gelockert und unkrautrein, wie nach der Brachbearbeitung. Desgleichen erhalten blattreiche Futterpflanzen den Boden im gelockerten, garen Zustande. Bei der Bestellung mit Klee tritt überdies eine Bereicherung des Bodens durch die Wurzelrückstände ein, allerdings auf Kosten der tieferen Bodenschichten. Auf Sandboden liegt die Gefahr nahe, daß ein großer Teil, der während der Brachhaltung gebildeten Pflanzennährstoffe durch das rasch absickernde Wasser in unzugänglichere Bodenschichten gewaschen wird. Auf

undurchlassendem Thonboden in sehr feuchtem Klima kann sich dagegen in gebrachtem Boden wieder zu viel Wasser ansammeln.

In gewissen Fällen wird trotzdem die Brache nicht zu entbehren sein. Im rauhen Klima reifen die Früchte zu spät, um noch Wintergetreide, welches in solcher Lage überdies frühzeitiger in den Boden soll, aussäen zu können, es muß daher das Feld bis zum nächsten Herbstanbau brach liegen bleiben, um so mehr als auch der Verwitterungsprozeß bei der geringen Temperatur langsamer verläuft. Der Umstand, daß sich ein gebrachter Boden viel feuchter hält, als ein mit Pflanzen bestandener, erklärt die sicheren Erträge des in trockenen Gegenden nach Brache gebauten Wintergetreides und Rapses. In Gegenden, welche an atmosphärischen Niederschlägen Mangel leiden, ist daher die Beibehaltung der Brache durch welche eine Konservierung und Regulierung der Feuchte erzielt wird, gerechtfertigt. Zäher, strenger Thonboden wird zuweilen nur durch fleißige Brachbearbeitung in einen gelockerten Zustand gebracht werden können. Desgleichen wird bei überhandnehmender Verunkrautung der Felder durch die Brache am ausgiebigsten geholfen werden können. Fehlt Stalldünger, so wird die Beibehaltung der Brache ebenfalls von Nutzen sein.

Die Vorteile der Brache lassen sich am zuverlässigsten mit der schwarzen Brache erreichen; aber auch nur dann, wenn der Boden entsprechend seiner Beschaffenheit öfter bearbeitet wird. Die volle Brachbearbeitung beginnt im Herbst mit dem Stürzen (Brachfurche, Stürzfurche) der Getreide- oder Kleestoppel. Letztere wird zur Erleichterung des Verrottens der Narbe seicht untergepflügt. Die Getreidestoppel kann jedoch, wenn keine Aussicht vorhanden, den Boden vor Winter nochmals zu pflügen, gleich tief untergebracht werden, damit über Winter die Zerbröckelung des Bodens durch den Frost ausgiebiger stattfindet. Wird der Dünger auf die Stoppel gefahren, so wird das erste Pflügen nur flach ausgeführt und erst das zweite Mal tiefer gepflügt.

Die zweite Furche (Wendefurche, Zwiebrache) wird in der Regel erst nach dem Frühjahrsanbau nach vorangegangenem scharfen Eggen auf voller Tiefe gegeben. Kurz vor der Saat wird dann die letzte Furche, die Saatfurche, gegeben. Bei viermaliger oder öfterer Bearbeitung der Brache werden zwischen Wende- und Saatfurche eine oder mehrere Ruhrfurchen im Verlauf des Sommers eingeschaltet. Dabei wird der Dünger, wenn er nicht schon im Herbst aufgefahren wurde, während des Sommers seicht untergebracht. Die Ruhrfurche soll den Boden möglichst krümeln, weshalb sie stets nach der Quere und, wenn eine zweite Ruhrfurche folgt, mit dem Exstirpator oder dem Haken ausgeführt wird.

Bei der halben Brache, welche am häufigsten nach Klee, Wickfutter angewendet wird, um vom Klee noch einen Schnitt oder eine Weide zu erhalten, wird in ähnlicher Weise, wie bei der bis in den halben Sommer als Weide ausgenützten grünen Brache verfahren. Die Kleestoppel oder die Weide wird im Juni, Juli gestürzt und der Boden bis zum Winteranbau noch durch 2—3 Pflugfahrten bearbeitet.

7. Die Leistungsfähigkeit des Pfluges.

Die Leistungsfähigkeit des Pfluges richtet sich nach der Art der Zugtiere, der Pflug-Konstruktion, der Art des Pflügens, der Bodenbeschaffenheit und der Jahreszeit.

Im allgemeinen sind die Ochsen wegen ihres ruhigeren Ganges zur Pflugbespannung den Pferden vorzuziehen. Für die gewöhnliche Pflugarbeit reichen zwei Zugtiere hin (S. 104). Bei bindigem Boden und tiefem Pflügen fährt man jedoch vierspännig. Je nachdem der Pflug eine breitere oder schmälere Furche abschneidet und je nach der Konsistenz des Bodens wird die Geschwindigkeit der Zugtiere und somit auch deren Leistungsfähigkeit verschieden ausfallen. Dazu kommt, daß im Verlauf des Arbeitstages mancher Aufenthalt durch Hin- und Herfahren zu und von dem Felde, durch Umkehren und Leerfahren am Feldrand und durch Rasten der Zugtiere entsteht. Dieser Zeitverlust kann eine halbe Stunde bis zu 2, 3 Stunden und mehr betragen. Der geringste Zeitverlust tritt bei dem Figurenpflügen und Ebenpflügen mit dem Wechselpflug ein. Dagegen verlängert sich beim Beetbau der Weg, welcher ohne Arbeitsleistung zurückgelegt werden muß, je breiter die Beete und kürzer die Felder sind. Am meisten, bis zu 0,7 ha im Tag fördert das seichte Stoppelstürzen. Auf gewöhnliche Tiefe werden in 10 Arbeitsstunden 0,2—0,5 ha, bei 4spännigem Tiefpflügen 0,3 und weniger Hektar abgefertigt. Mit dem Häufelpflug werden täglich 1—1,2 ha bearbeitet.

Versuche haben ergeben, daß bei Gewenden, welche nur 80 m lang sind, der Zeitverlust beim Pflügen innerhalb 10 täglicher Arbeitsstunden nahe 4 Stunden beträgt, bei 220 m nur noch 2 Stunden. Ochsen verlieren beim Umwenden noch mehr Zeit als Pferde.

6. Die Egge.

Die Egge dient zum oberflächlichen Lockern, Krümeln und Ebenen des Bodens. Diese Arbeit verrichten die Eggenzinken oder Eggenzähne, welche in verschiedenster Anordnung und Anzahl an dem Eggen-Rahmen oder -Gestell befestigt sind.

Der **Eggenrahmen**, welcher aus hölzernen und eisernen Längs- und Querbalken zusammengefügt wird, vermittelt die Stellung der Zähne und die Verbindung derselben mit der Zugkraft. Zu hölzernen Eggenrahmen verwendet man zähes Eichen- oder Eschenholz, welches jedoch nicht über die Faser geschnitten sein darf. Eiserne Eggenbalken erhalten gewöhnlich einen rechtwinkeligen Querschnitt, um die Befestigung der Eggenzinken sicher ausführen zu können, oder es werden die Längenbalken von L Eisen und die Querbalken von ⌐ Eisen, Fig. 61, her-

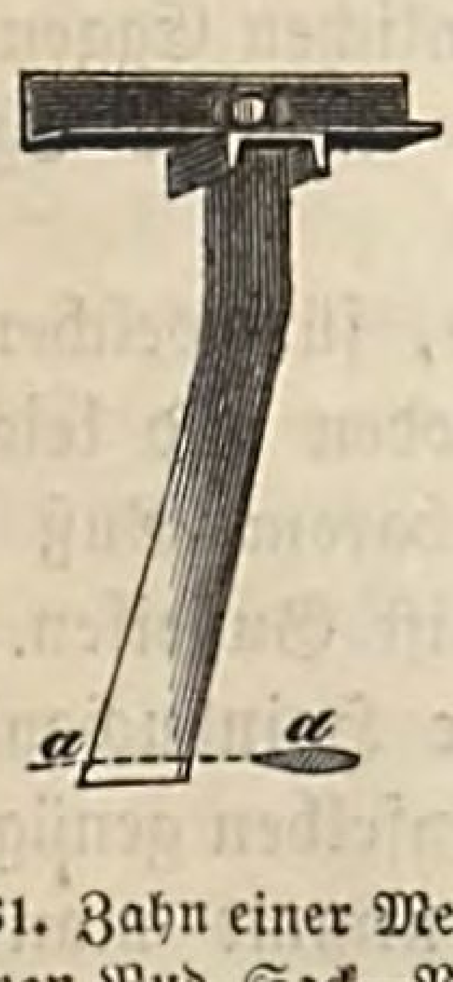


Fig. 61. Zahn einer Messeregge von Rud. Sack—Plagwitz-Leipzig.

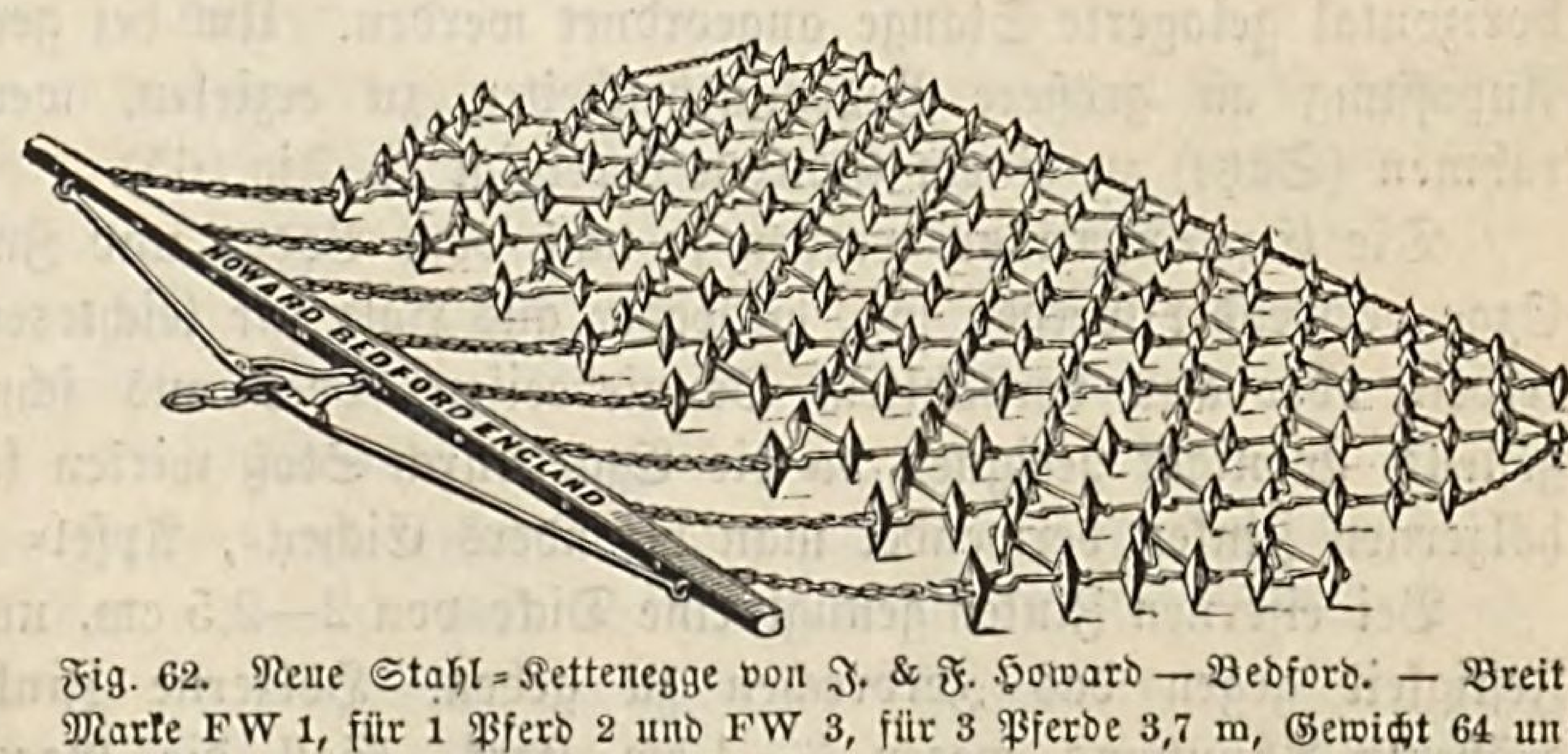


Fig. 62. Neue Stahl-Kettenegge von J. & F. Howard — Bedford. — Breite Marke FW 1, für 1 Pferd 2 und FW 3, für 3 Pferde 3,7 m, Gewicht 64 und 165 kg, Preis 50 und 105 M.

gestellt. Je nach der Form des Eggenrahmens unterscheidet man: dreieckige, viereckige, rhombische, trapezförmige, Zickzack- und runde Eggen. Der Eggenrahmen ist entweder unbeweglich oder beweglich eingerichtet. Die Beweglichkeit bezieht sich

entweder, wie bei der Expansionsegge auf die Verschiebbarkeit der Zinkenentfernung, oder auf die Veränderlichkeit der Zinken in vertikaler Richtung, wie bei den sogenannten schmiegsamen Eggen. Letztere Eggen bewähren sich besonders zur Bearbeitung von unebenem Boden oder von Beeten, welchen sie sich genau anschmiegen. Am vorzüglichsten wird diese Gruppe von Eggen durch die Kettenegge von Howard (Glieder-, Dreifuß-, Wiesenmoos-Egge) repräsentiert, welche aus 45, durch Stahldrahtringe beweglich verbundenen Dreifüßen, oder bei der neuesten, leichteren Konstruktion aus je drei durch einen Stahldraht verbundenen, einzelnen aus gehämmertem Stahl angefertigten Zähnen, Fig. 62, besteht. Umgelegt kann dieselbe mit ihren kürzeren, in der Figur nach aufwärts gerichteten Zinken als Schleife dienen. Ähnliche Schmiegsamkeit besitzt die schmiedeeiserne Wiesenegge, Patent Laake, sowie die aus einer größeren Anzahl viereckiger Kettenglieder bestehende Kettenegge von Carthwright, die zum Unterbringen der Saat, von Kompost

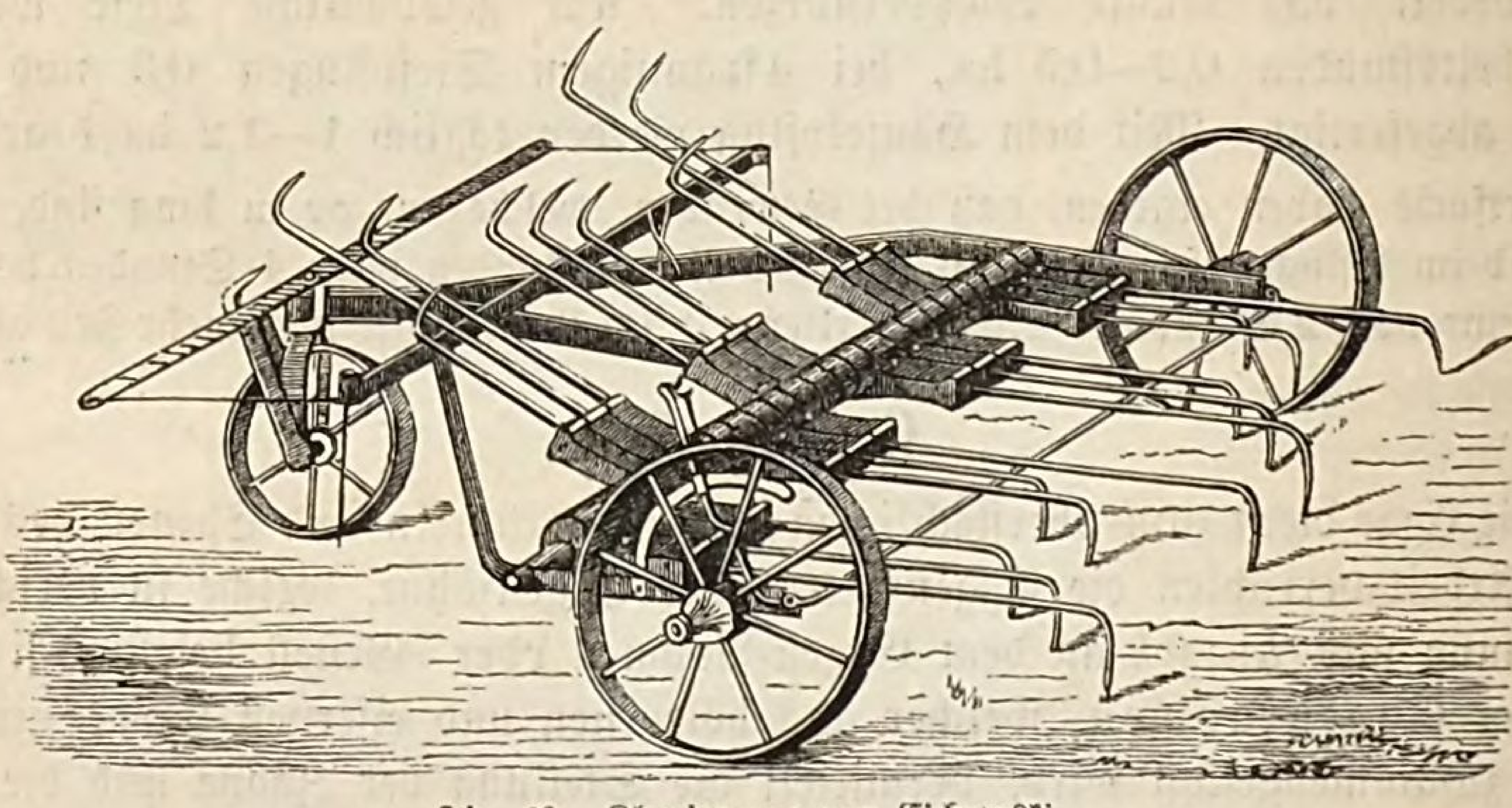


Fig. 63. Klavieregge von Eichowski.

und Streudünger, sowie zum Ebnen des Bodens dient. Bei der Klavieregge von Eichowski (Peltier jun.—Paris), Fig. 63, wird die Beweglichkeit der einzelnen, von an ihrem Ende umgebogenen Eisenstangen gebildeten Zinken dadurch erreicht, daß sie ähnlich wie die Zinken an den englischen Heurechen beweglich um eine horizontal gelagerte Stange angeordnet werden. Um bei gewöhnlichen Eggen eine Anpassung an größere Bodenunebenheiten zu erzielen, werden mehrere Eggenrahmen (Sätze) zu einem Ganzen vereinigt (s. Fig. 65).

Die Eggenzinken werden je nach dem Boden und Zwecke, für welchen die Egge verwendet werden soll, entweder aus Holz für leichteren Boden und leichtere Arbeit, oder aus verstähltem Schmiedeeisen, oder aus schmiedbarem Guß hergestellt. Weniger geeignet, da die Egge durch Stoß wirken soll, ist Gußeisen. Zu hölzernen Zinken verwendet man besonders Eichen-, Apfel- oder Hainbuchenholz.

Bei eisernen Zinken genügt eine Dicke von 2—2,5 cm, um denselben genügende Festigkeit gegen das Zerbrechen zu geben. Hölzerne Zinken nimmt man der größeren Abnutzung wegen 3—4 cm stark. Soll die Egge in einem bindigen Boden oder zur kräftigen Lockerung verwendet werden, so wählt man gleichfalls Eggen mit stärkeren Zinken. Bei einem runden Querschnitte des Eggenzahnes wird derselbe im Boden nach allen Richtungen gleichen Widerstand finden. Für eine vollkommene Krümelung des Bodens ist es jedoch erwünscht, daß die Egge

sich nicht geradlinig in der Richtung der Zuglinie fortbewege, sondern eine hin- und hergehende schlängelnde Bewegung einhalte. Diese schlängelnde Bewegung wird vermehrt, wenn der Querschnitt des Eggenzahnes nicht rund, sondern drei- oder vierkantig ist. Eine Kante muß dabei stets nach vorn in der Richtung der Zuglinie gestellt sein, um das Durchschneiden des Bodens zu erleichtern. Runde Eggen werden dagegen das Unkraut weniger zerschneiden und daher sicherer aus dem Boden ziehen und sammeln.

Die Egge wird nur zum oberflächlichen Lockern des Bodens verwendet; soll tiefer gelockert werden, bedient man sich des Exstirpators. Von der Zinkenlänge braucht daher nur eine Länge von 4—13 cm, bei schweren Eggen von 14—20 cm in den Boden einzugreifen. Außerdem muß bis zum Eggenrahmen noch eine Länge von mindestens 7 cm vorhanden sein, um ein ungehindertes Hinweggehen der Egge über Wurzeln, Steine, Schollen u. dgl. zu ermöglichen. Die Gesamtlänge der Zinken, vom Eggenrahmen bis zur Spitze gemessen, wechselt daher zwischen 15—30 cm. Die Zinken sollen alle gleich lang sein, damit bei richtiger Anspannung alle Zinken gleich tief in den Boden eingreifen. Die Zinken erhalten meistens eine geradlinige, unten spitz zulaufende, oder wie bei der hölzernen Brabanter Egge, eine unten schräg abgeschnittene Form. Um das Eindringen besonders bei senkrechter Stellung zu erleichtern wird die Spitze etwas nach vorn aufgebogen. Die amerikanischen Messereggen besitzen nach hinten gebogene Messer, sie wirken daher nicht durch Stoß, sondern durch Schneiden, weshalb sie durch Wurzeln nicht verstopft werden können. Bei den Krümmereggen (Krümmer, Feldgeier, Fig 64), welche den Übergang der Eggen zu den Exstirpatoren bilden, erhalten die Zinkenspitzen die Form kleiner Schare, um den Boden kräftiger mischen und den Samen sicherer als mit der gewöhnlichen Egge unterbringen zu können.

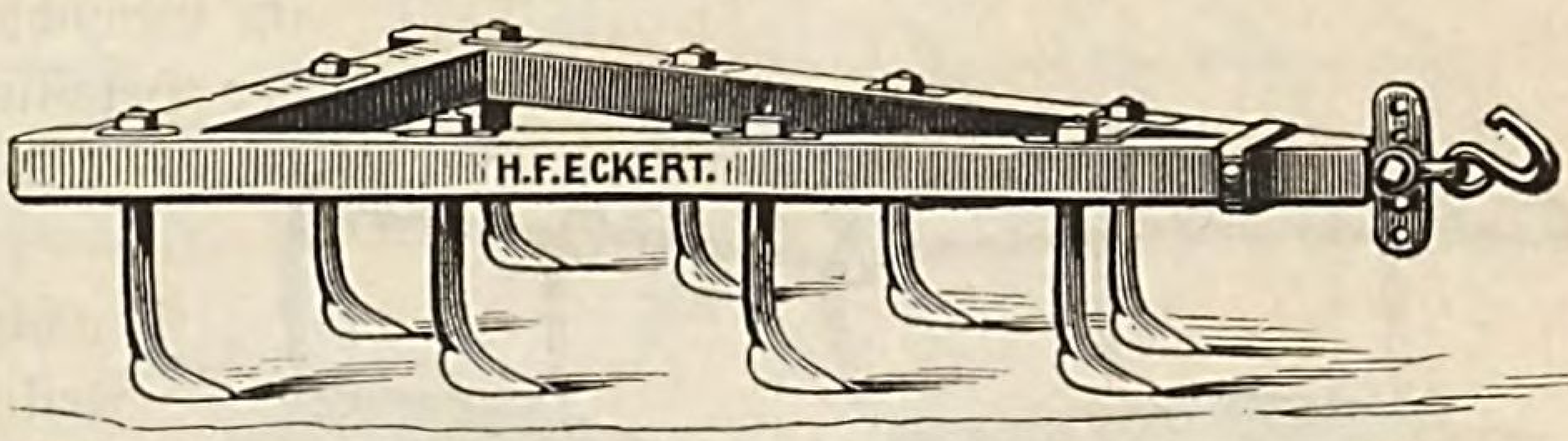
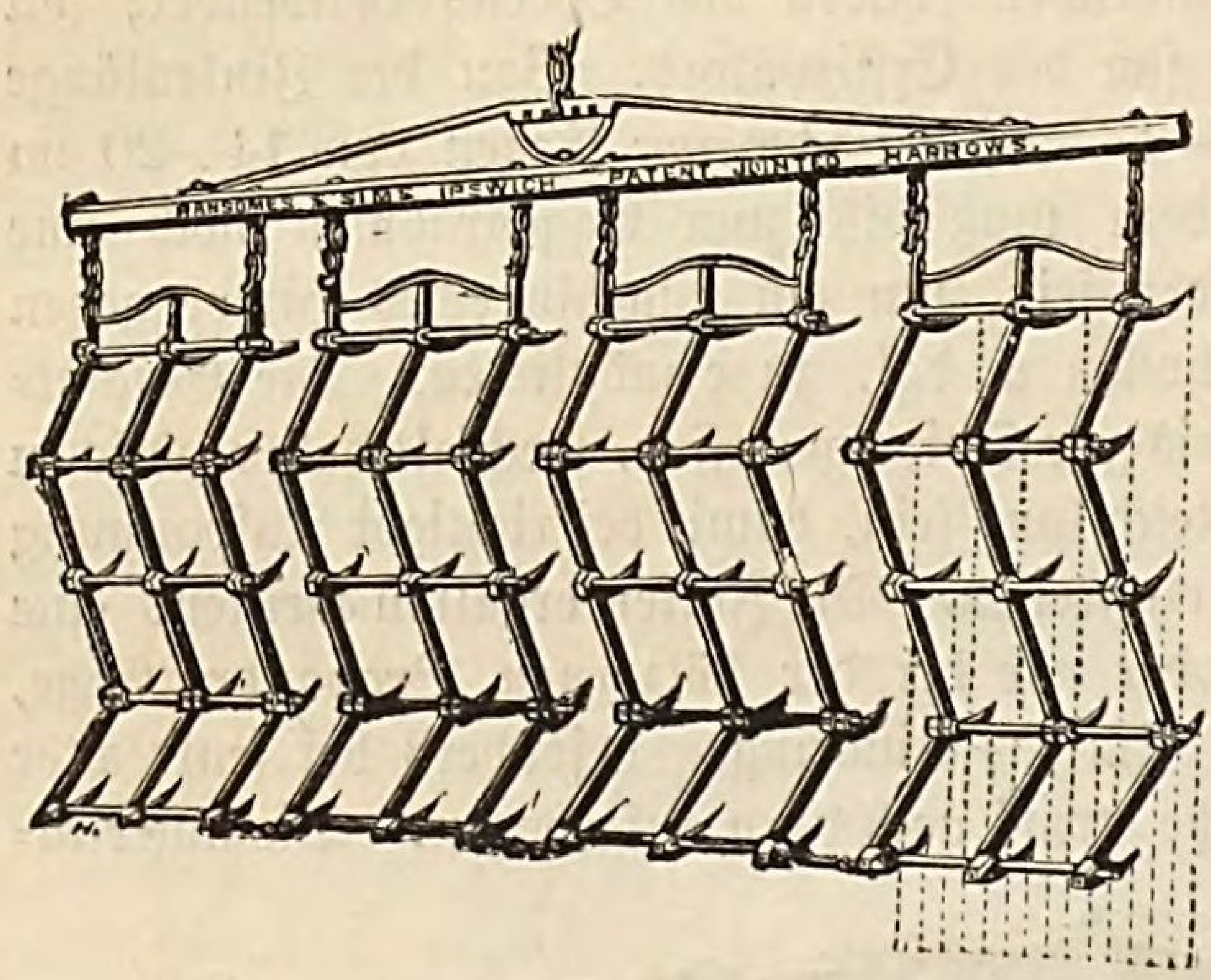


Fig. 64. Dreieckiger Krümmer von H. F. Eckert — Berlin. — Zinkenlänge 21 cm, Scharbreite 6 cm, Gewicht 35 kg; Leistung 1—1,25 ha; Breite 1,1 m; Tiefgang 8—10 cm; Preis Modell FV mit 9 Stahlfüßen 35 ℳ

Die Zinken werden entweder vertikal, oder, um das Eindringen zu erleichtern, etwas nach vorn, jedoch nicht über 60° (zum Eggenbalken) geneigt, eingesetzt. Geneigte Zinken, welche sich, je länger sie sind, für sehr verunkrauteten Boden der Verstopfung wegen weniger eignen, bieten den Vorteil, daß die Egge für verschieden tiefe Bodenbearbeitung gebraucht werden kann, je nachdem man die Egge mit oder gegen die Neigung der Zinken über das Feld zieht.

Die Befestigung der Zinken muß möglichst sicher sein und doch leicht ein Auswechseln gebrochener Zinken gestatten. Am schlechtesten ist die Befestigung durch einfaches Durchschlagen der Zinken durch den hölzernen Eggenbalken. Nicht viel besser ist die Befestigung des Eggenzahnes durch Herumbiegen des platt geschmiedeten Endes um den Eggenbalken. Am zweckmäßigsten ist die Befestigung mit Schrauben und Kontremuttern, oder mit Schrauben, deren Muttern durch Splinte oder durch Stahl-Spiralfeder-Unterlagsscheiben, oder durch zweimal rechtwinkelig gebogene Howard'sche Patentbleche vor dem Losdrehen gesichert sind.

Die Zahl der Zinken, welche in einem Rahmen beisammen stehen, beträgt 12—36, in einer Egge mit 1—4 Sätzen 12—60. Dieselben werden gewöhnlich zu je 5—7 in den 1,2—1,5 m langen Längsbalken angebracht. Von der Zinkenzahl hängt die auf einen Zinken entfallende Belastung und bei gleicher Eggenbreite die Entfernung der Eggenstriche ab. Die Belastung eines Eggenzahnes beträgt bei leichten hölzernen oder leichten eisernen Eggen, welche 15—18 kg, resp. 22—25 kg schwer sind, 0,4—1,2 kg. Dieselbe reicht nur für ein seichtes Eggen von leichtem Boden oder zum Ebnen eines schon gelockerten Bodens, sowie zum Unterbringen feiner Sämereien aus. Für tieferes Eindringen der Eggenzinken verwendet man schwere, hölzerne Eggen oder mittelschwere, eiserne Eggen im Gewichte von 30—50 kg. Dieselben werden für die meisten Eggenarbeiten ausreichen. Auf sehr scholligem, bindigen Boden verwendet man schwere, eiserne Eggen, im Gewichte von 75—200 kg und der Belastung eines Zahnes von 1,2—3 kg.



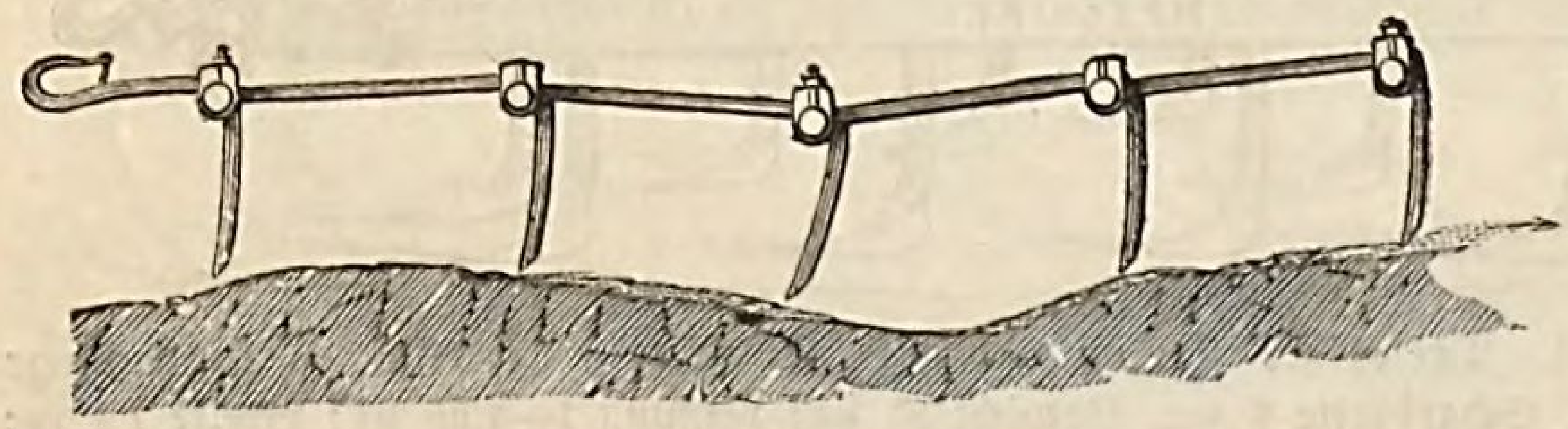


Fig. 65. Gegliederte Zickzackegge von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich. Ansicht von oben und der Seite. — Leichtes Modell, bedeckt mit 4 Eggensätzen eine Bodenbreite von 3 m. 60 Zinken mit einer Strichweite von 5 cm, Gewicht 100 kg, Last auf einem Zinken 1,6 kg; Preis 115 ℳ, 57 fl. 50 kr.

Eine besondere Beachtung verdient die Verteilung der Zinken am Rahmen, von derselben hängt die Leistungsfähigkeit der Egge ab. Diese Verteilung soll derart sein, daß jeder Eggenzinken eine gleich tiefe Furche oder Rille zieht, die von der benachbarten gleich weit absteht. Unbeschadet dieser Forderung sollen die benachbarten Eggenzinken möglichst weit von einander am Rahmen angebracht sein, um ein Verstopfen der Egge möglichst hintanzuhalten. Bei leichten Eggen (Feineggen) soll die Strichweite 4 cm, bei schweren Grob- und Tiefeggen etwa 8 cm betragen. Die leichten Eggen werden daher mehr Zähne als die schweren besitzen. Am besten wird diesen Anforderungen bei der schottischen Rhomboidalegge oder bei den englischen Zickzackeggen entsprochen. Zu den wirksamsten Eggen letzterer Art gehört die dreiteilige, ganz eiserne Zickzackegge von Howard—Bedford, mit eckig abgebogenen Eggenbalken oder die gegliederte Zickzackegge von Ransomes, Head & Jefferies, Fig. 65. Der Eggenrahmen ist bei letzterer Egge beweglich eingerichtet, so daß jeder Zinken in einer Scharniere sich frei drehen und allen Unebenheiten des Terrains folgen kann, wie die untere Fig. 65 zeigt. Um die scharfen Biegungen der Zickzackeggen zu vermeiden, werden dieselben von Clayton & Shuttleworth—Wien mit geschwungenen Balken, Fig. 66, gebaut.

Als Beispiel einer hölzernen Egge führen wir die Brabanter Egge an, bei welcher durch eine eigentümliche Biegung der vier Balken jeder Zinken seine eigene Furche zieht. Dieselbe besitzt 27 schiefstehende Zinken von 30 cm Länge. Gewicht 50 kg. Belastung eines Zinkens 1,8 kg, Rillenweite 5,5 cm, Preis 20 *M.*, 10 fl.

Den Übergang von den Eggen zu den Ringwalzen bildet Randall's Pulverisier-Egge, mit zwei unter verschiedenem Winkel stellbaren Reihen scheibenförmiger, rotierender Arbeitsteile an Stelle der Zinken; dieselbe hat sich in der Praxis nicht bewährt.

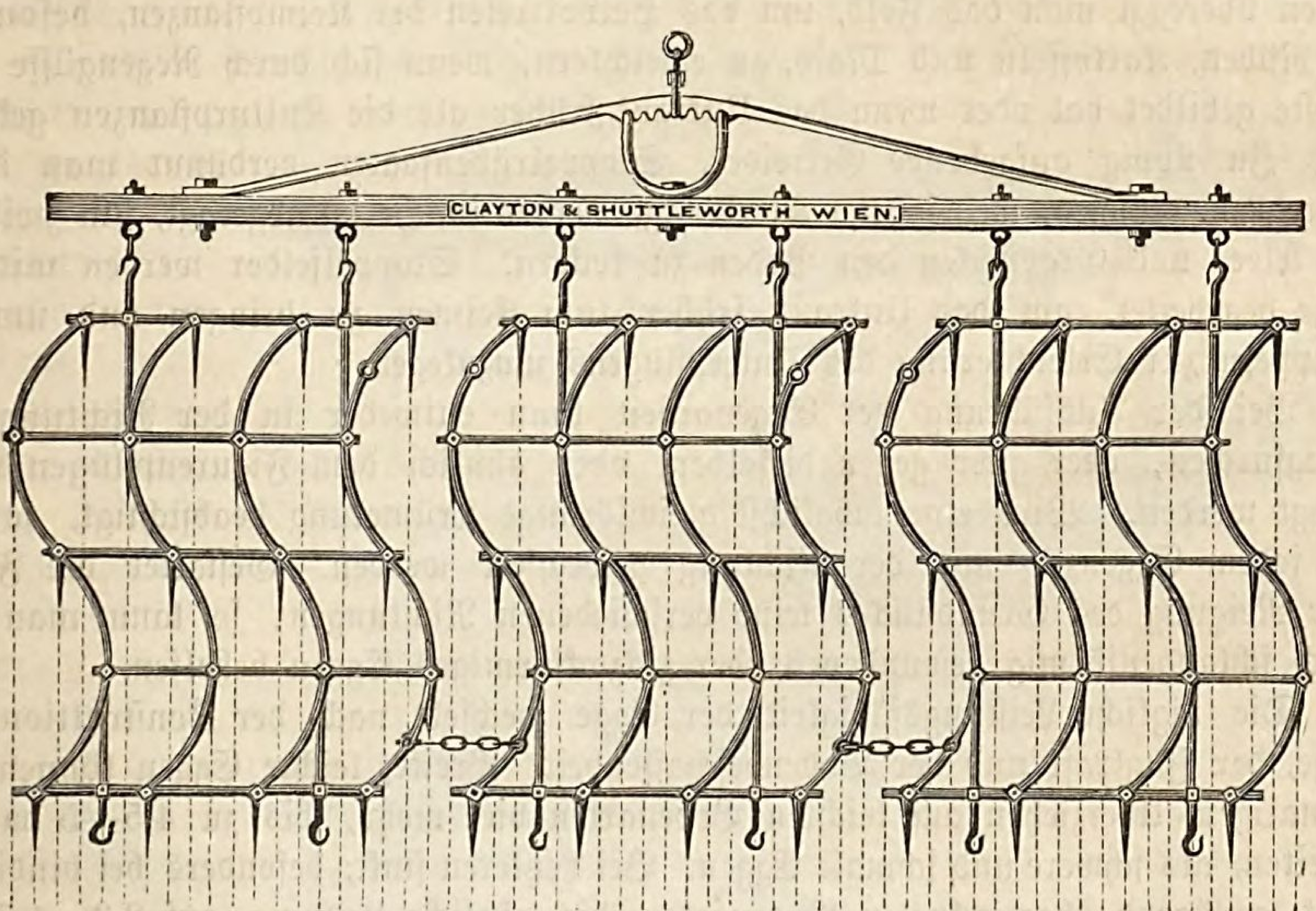


Fig. 66. Zickzackegge von Clayton & Shuttleworth — Wien. — Nr. 1 leichte Gattung; Breite 2 m, 40 Zinken in 2 Eggensätzen, Strichweite 5 cm, Gewicht 58 kg, Belastung eines Zinkens 1,45 kg, Preis 64 *M.*, 32 fl.; Nr. 4 schwere Gattung: Breite 3 m, 60 Zinken in 3 Eggensätzen, Strichweite 5 cm, Gewicht 107 kg, Belastung eines Zinkens 1,8 kg, Preis 110 *M.*, 55 fl.

Die Anwendung der Egge ist eine sehr vielseitige. Bei der Vorbereitung des Feldes zur Saat wird zwischen je zwei Pflugfahrten geeggt, um die Schollen, welche sonst unzerbrochen untergepflügt würden, zu verkleinern, die oberste Ackerkrume zu krümeln und zu mischen, den Boden zu ebnen, damit der Dünger leichter ausgebreitet werden kann. Es wird geeggt, um aufkeimendes Unkraut zu vertilgen. Das Unkraut, sowie mit dem Pflug an die Oberfläche gebrachte unzersetzte Stoppeln, Düngerteile ꝛc. werden dabei gesammelt. Die Egge muß daher zeitweilig durch Heben des rückwärtigen Rahmenteiles von dem zusammengebrachten Geniste gereinigt werden, welches dann vom Felde abgeführt und auf den Komposthaufen gegeben wird. Der günstigste Zeitpunkt zum Eggen, welcher um so leichter abgewartet werden kann, als mit der Egge in einem Tage eine ziemliche Fläche bearbeitet werden kann, hängt noch viel mehr als beim Pflügen vom Feuchtigkeitszustande des Bodens ab. Derselbe darf nicht so bedeutend sein, daß sich die einzelnen Schollen schneiden lassen oder die Erde schmiert, sondern die einzelnen

Erdteilchen müssen sich zerkrümeln lassen. Ist das Feld zu feucht, so schaden die Zugtiere durch Zusammentreten desselben. Ist das Feld zu trocken, so läßt sich dann allerdings das Unkraut leichter entfernen, aber der Erfolg des Eggens wird durch die Verhärtung der Schollen abgeschwächt. Um die Verhärtung, besonders bei bindigen Bodenarten, zu vermeiden, muß das Feld in diesem Falle gleich nach dem Pflug abgeeggt werden.

Das gepflügte Land kann nicht unmittelbar zur Saat verwendet werden, sondern muß vorher durch die Egge oft mehrmals verkleinert und geklärt werden. Bei der Saat verwendet man die Egge zum Unterbringen der Samen. Nach derselben übereggt man das Feld, um das Hervortreten der Keimpflanzen, besonders bei Rüben, Kartoffeln und Mais, zu erleichtern, wenn sich durch Regengüsse eine Kruste gebildet hat oder wenn das Unkraut früher als die Kulturpflanzen gekeimt hat. Zu üppig aufgehende Getreide-, Stoppelrübensaaten verdünnt man durch Übereggen. Wiesen, mehrjährige Kleeschläge werden im Herbst abgeeggt, um zwischen den Klee- und Grasstöcken den Boden zu lockern. Stoppelfelder werden mit der Egge bearbeitet, um das Unkraut früher zum Keimen zu bringen und um die Stoppeln zur Erleichterung des Unterpflügens umzulegen.

Bei der Ausführung der Eggenarbeit kann entweder in der Richtung der Pflugfurchen, oder quer gegen dieselben, oder ähnlich dem Figurenpflügen rund geeggt werden. Wird eine möglichst gleichförmige Krümelung beabsichtigt, so soll bei jedem Eggenzug mit der Richtung gewechselt werden. Gestattet die Form oder Neigung des Grundstückes keine verschiedenen Richtungen, so kann man sich durch schlangenförmig gewundenes oder zickzackförmiges Eggen behelfen.

Die tägliche Leistungsfähigkeit der Egge wechselt nach der Konstruktion der Egge, der Zugkraft und der Bodenbeschaffenheit. Breite, leichte Eggen können bei einmaligem Überziehen auf leichten Bodenarten viel mehr, bis zu 4,5—5 ha bearbeiten, als schwere und schmale Eggen. Bei Letzteren sinkt, besonders bei bindigen, nicht genügend abgetrockneten Bodenarten die tägliche Leistung auf 2,3—1,7 ha. Eggen, deren Zinken unrichtig gestellt, leisten gleichfalls weniger, da dann zur Erzielung einer befriedigenden Arbeit bei jedem Eggenzug auf das schon geeggte Feld übergegriffen werden muß. Mit Pferden (1—4) bespannte Eggen zeigen sich wirksamer und um 20—50 % leistungsfähiger als mit Ochsen bespannte, weil bei dem raschen Gang der Pferde durch die erhöhte Stoßwirkung die Schollen leichter zertrümmert werden.

7. Die Walze.

Die Walze besteht aus einem in einem Gestell gelagerten Cylinder, welcher, wenn er über den Boden rollend fortbewegt wird, den Boden drückt, ebnet, formt und verkleinert.

Das Gewicht und die Länge (Breite) der Walze bestimmen den Druck, welchen dieselbe auf den Boden ausübt. Je größer auf 1 cm Länge das Gewicht ausfällt, um so ausgiebiger wird die Walze harte Schollen verkleinern. Das Gewicht der Walze wechselt je nach der Art und Stärke des Materials, welches entweder Stein, Holz oder Gußeisen sein kann. Steinerne Walzen werden ihrer Kostspieligkeit wegen nur für den Handgebrauch, seltener für die Bespannung verwendet. Die Walzen aus Ulmen-, Buchen- oder Eichenholz sind entweder massiv oder bei

größerem Durchmesser hohl. In letzterem Falle werden auf eine gemeinschaftliche Achse mehrere Radkränze aufgeschoben, über welche querüber, dicht aneinander starke Bohlen aufgelegt werden. Die hölzernen Walzen, welche ein geringeres Gewicht als eiserne besitzen, haben den großen Nachteil, daß sie durch unregelmäßige Abnutzung leicht ihre regelmäßige Form verlieren. Am zweckmäßigsten sind gegossene Walzen, welchen bei dem verschiedenstem Gewichte die beliebigste Form gegeben werden kann.

Leichte hölzerne Walzen haben ein Gewicht von 150—200 kg; schwere hölzerne, leichte eiserne und steinerne Walzen von 300—500 kg; sehr schwere eiserne Walzen von 1000—1400 kg. Gewöhnlich ist das Gewicht der Walze unveränderlich, höchstens daß auf dem Gestell ein Behälter zur Aufnahme von Steinen oder anderen schweren Gegenständen angebracht ist. Erwähnenswert sind die hohlen Walzen, deren Gewicht beliebig durch verschiedene Mengen von eingegossenem Wasser geändert werden kann. Fig. 67 zeigt eine derartige zweiteilige, 2 m lange Ackerwalze von Barford & Perkins — Peterborough, aus dicht zusammengenietetem Kesselblech, welche mit 2 Öffnungen zum Anfüllen oder Ablassen des Wassers versehen ist. Das Gewicht der Walze beträgt bei 50 cm Durchmesser leer 4,5, mit Wasser gefüllt 8 mctr (Preis 304 M., 152 fl.); bei 70 cm Durchmesser 6, resp. 13 mctr (Preis 420 M., 210 fl.).

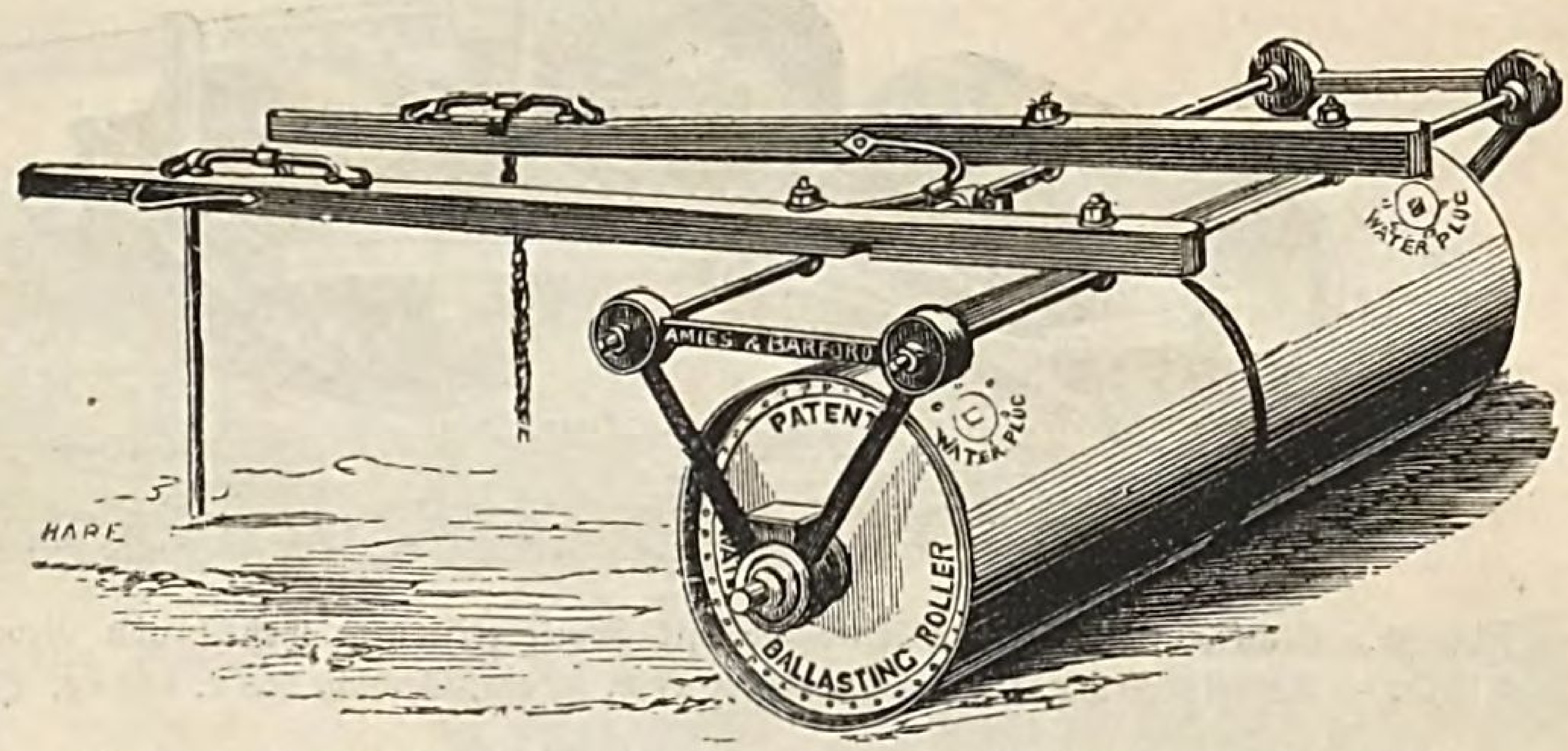


Fig. 67. Zweiteilige Ackerwalze von Barford & Perkins — Peterborough.

Die Länge der Walze muß, wie früher erwähnt, bei der Angabe des Gewichtes stets mit berücksichtigt werden. Sehr lange Walzen (2—2,5 m) sind nicht zweckmäßig, besonders wenn sie noch dazu aus einem Stück angefertigt sind. Dieselben können sich nicht den Unebenheiten des Bodens anschmiegen und kommen daher stellenweise außer Wirksamkeit. Ungeteilte lange Walzen wühlen beim Umkehren den Boden auf. Zur Vermeidung dieser Übelstände teilt man die Walzen in zwei oder mehr Teile, welche entweder an einer gemeinschaftlichen, oder noch zweckmäßiger an verschiedenen Achsen befestigt werden. Eine bekannte Form der geteilten Walze ist die Hohenheimer dreiteilige, gußeiserne Walze, bei welcher die einzelnen Cylinder von 0,5 m Länge und 0,5 m Durchmesser in einem gemeinschaftlichen hölzernen Gestell an drei Achsen derart befestigt sind, daß ein Cylinder vorausgeht und zwei andere rückwärts zur Seite nachfolgen (Gewicht 3,5 mctr, Preis 223 M., 111 fl. 50 kr.). Noch zweckmäßiger ist die dreiteilige Schlichtwalze der Gebrüder Kappe & Co. — Alfeld, Fig. 68, welche den Vorteil besitzt, daß sich ihre einzelnen Teile selbständig sowohl auf und nieder als auch seitlich hin und her bewegen können.

Der Durchmesser der Walze wechselt von 0,3—1,1 m. Kleine Walzen zeigen

sich bis zu einer gewissen Grenze wirksamer, da sich das Gewicht auf eine schmälere Berührungsfläche mit dem Boden verteilt, und überdies zur Wirkung durch Druck, noch die Wirkung durch Stoß hinzukommt. Gegen eine übermäßige Verringerung des Durchmessers spricht jedoch die unverhältnismäßige Vermehrung des Aufwandes an Zugkraft. Je größer der Durchmesser, um so leichter werden sich die Walzen fortbewegen lassen und um so sicherer werden die Schollen, welche nicht so leicht ausweichen können, zerdrückt werden.

Außer glatten cylindrischen Walzen kommen auch kannelierte, konvexe und konkave Scheiben- oder Ring-, Stachel- und Zapfenwalzen zur Verwendung.

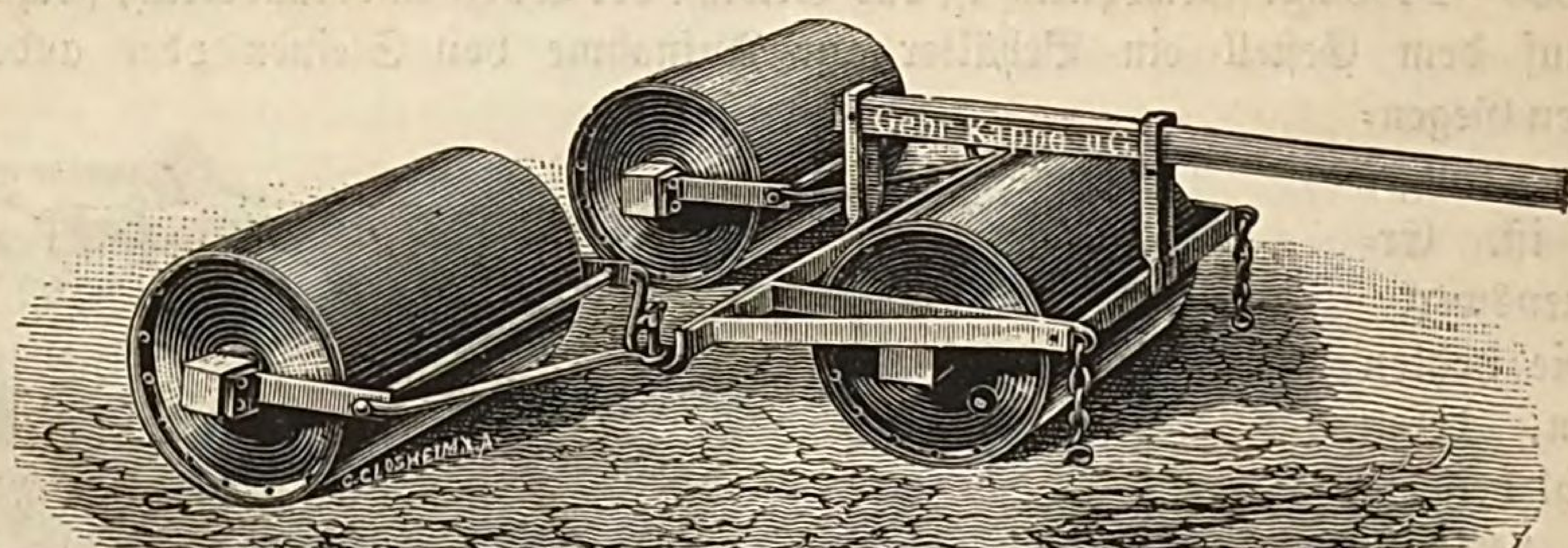


Fig. 68. Glatte, dreiteilige Schlichtwalze mit schmiedeeisernem Gestell von Gebr. Kappe & Co. — Alfeld. — Arbeitsbreite 2,90 m, Durchmesser 47 u. 57 cm, Gewicht 550 u. 650 kg, Preis 230 u. 260 *M.*

Die kannelierten Walzen oder Prismawalzen bestehen aus zwei oder drei großen Radkränzen, über welche mit der Kante nach außen hölzerne oder schmiedeeiserne Stäbe gelegt werden, welche sich nicht gegenseitig berühren, sondern einen Zwischenraum frei lassen. Dieselben eignen sich vorzüglich zum Zerbrechen einer leichten Kruste und zum Unterbringen feiner Sämereien. Ihr Gewicht wechselt bei einer Breite von 2,66 m und einem Durchmesser von 0,8—1,1 m zwischen 940—1 500 kg (Preis 390—600 *M.*, 195—300 fl.).

Konvexe und konkave Walzen werden nur selten angewendet. Erstere Walzen (Furchenwalzen) dienen zum Fest- und Glattdrücken der Beetfurchen, um den Ablauf des Wassers zu erleichtern. Letztere benützt man zum Abwalzen von Beeten, welche jedoch sehr gleichförmig gepflügt sein müssen, wenn die Arbeit befriedigen soll.

Viel häufiger verwendet man wegen ihrer vorzüglichen Arbeit Scheiben- oder Ringwalzen. Dieselben bestehen aus einer Mehrzahl an ihrem Umfang kantig zulaufender, gußeiserner Scheiben, welche in einer Reihe oder zur leichteren Reinhaltung in zwei in einander greifenden Reihen, wie in Fig. 69 zu sehen ist, an einem hölzernen Gestell befestigt werden. Die Ringwalzen krümeln den Boden viel kräftiger als glatte Walzen. Zuweilen verwendet man einfache Ringwalzen zur Herstellung einer Reihensaat. Bei breitwürfigem Aussäen der Samen fällt derselbe in die durch die Walze gebildeten Rinnen, welche dann mit der Schleife unter gleichzeitiger Bedeckung des Samens mit Erde ausgeglichen werden.

In England verwendet man Walzen, welche aus je 100 kg schweren Scheiben bestehen, die sog. Landpresser, um hohl gepflügten Boden festzudrücken und in Kämmen zu formieren.

Die Ringwalzen bilden den Übergang zu den **Schollenbrechern**, welche aus einer Mehrzahl auf einer Achse aufgeschobener, jedoch für sich beweglicher,

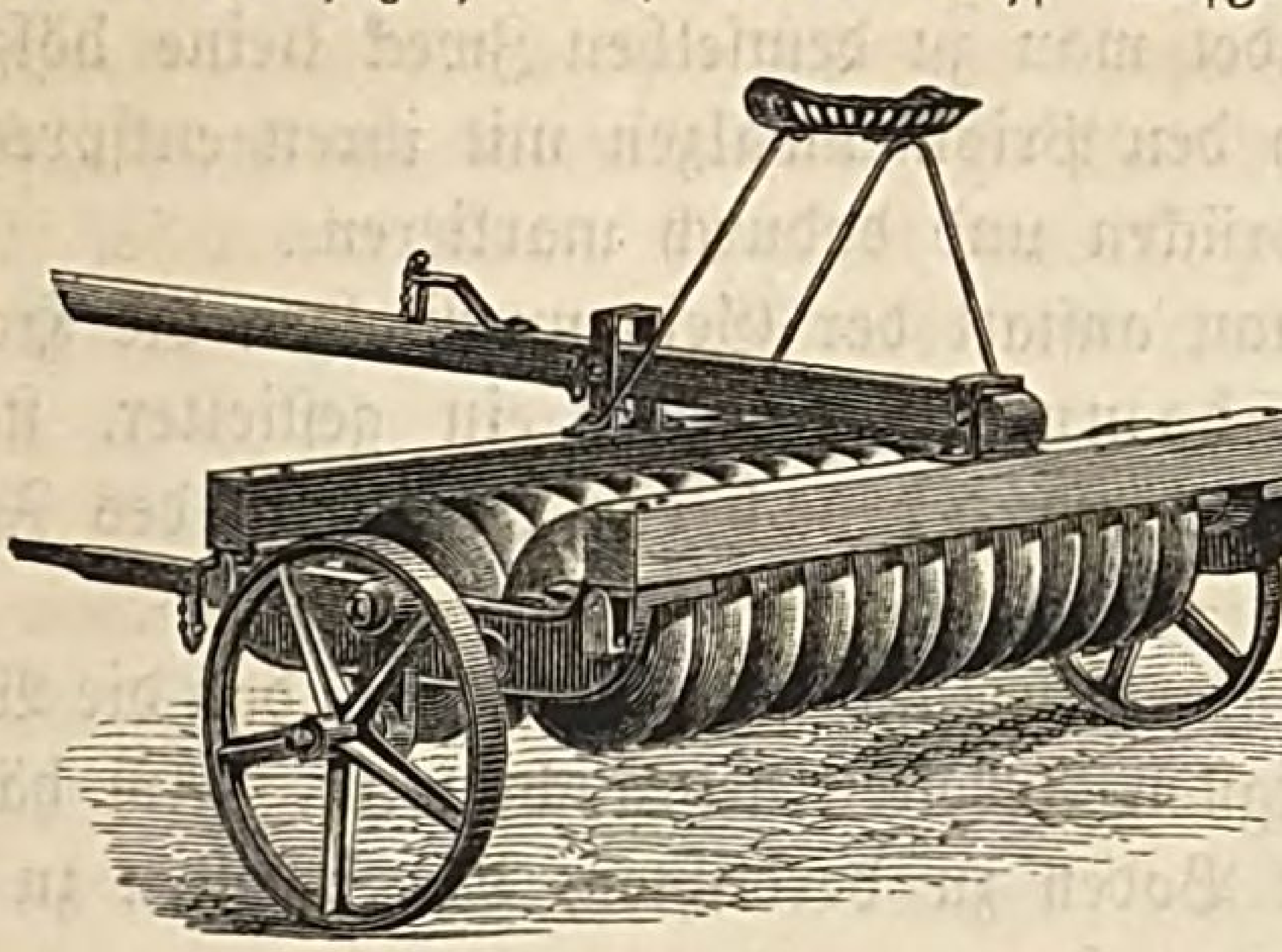


Fig. 69. Doppelte Ringwalze von Clayton & Shuttleworth — Wien, Transportstellung. — 12 und 13 scharfkantige gußeiserne Ringe, Durchmesser 395 cm, Breite 1,89 m, Gewicht 600 kg, Preis mit Sitz- und Transporträdern mit Hebelvorrichtung 150 fl.

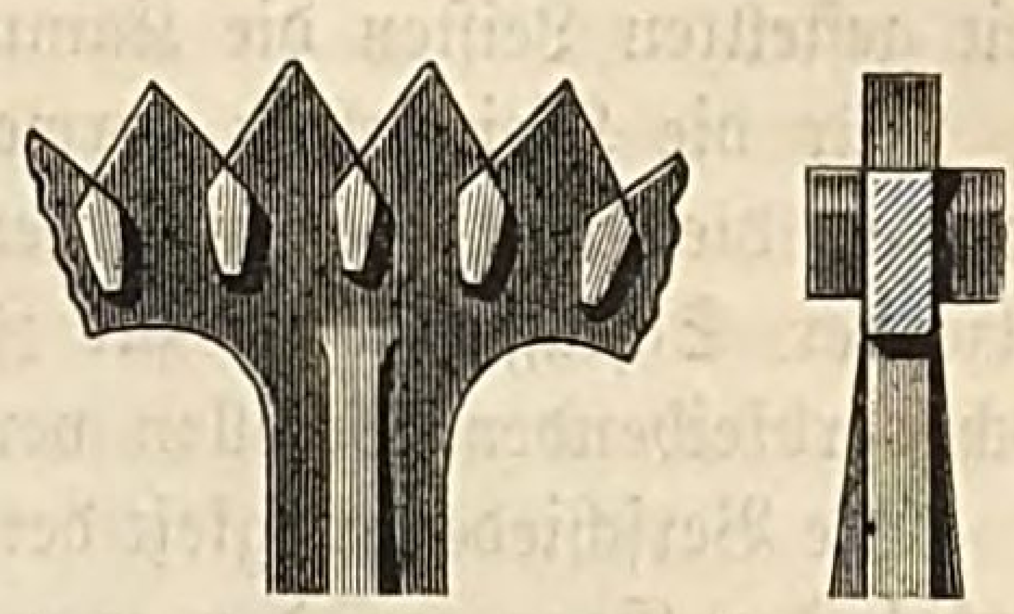


Fig. 70. Teil eines Ringes von Croskill's Schollenbrecher, Vorder- und Seitenansicht.

schwerer gußeiserner Ringe bestehen. Diese Ringe, Fig. 70, sind bei den Schollenbrechern am Umfang gezahnt und seitlich nahe dem Rand mit hervorstehenden Zapfen versehen, welche bewirken, daß Schollen, die zwischen zwei Ringe kommen, zerrieben werden. Diese Walzen werden allerdings mit einem großen Aufwand an Zugkraft große, harte Schollen sehr wirksam verkleinern, erhalten ein bedeutendes Gewicht, gewöhnlich bei 2,2 m Breite 1 250 kg, somit auf 1 cm Breite 5,7 kg. Zu den leistungsfähigsten Walzen dieser Art gehört der Croskill'sche Schollenbrecher (Fig. 71).

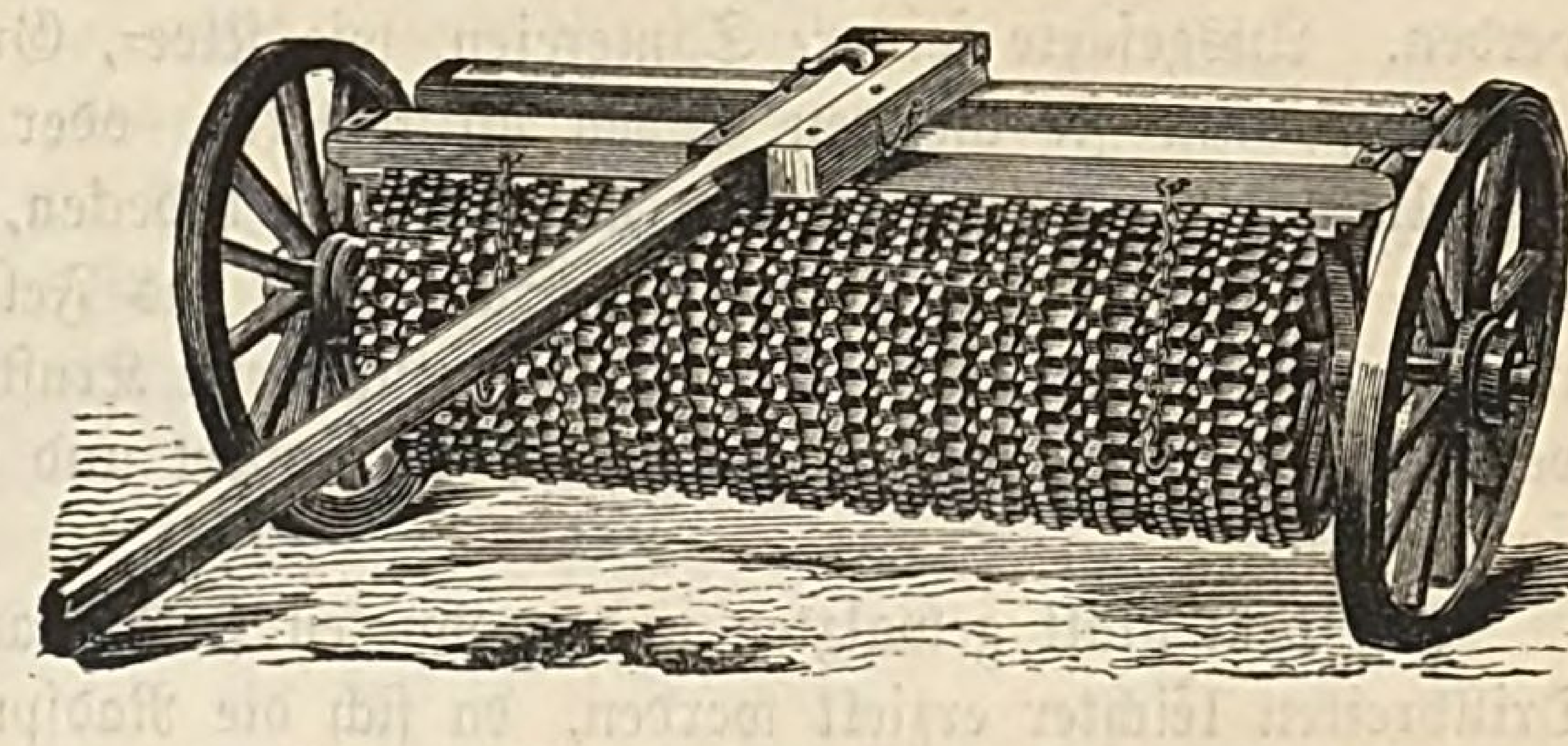


Fig. 71. Croskill'scher Schollenbrecher von Fr. Dehne — Halberstadt. — 19 Ringe mit 75,8 cm Durchmesser und 11 cm Dicke; Gewicht 16 metr, Preis mit Transporträdern 495 *M.*

Den Übergang von den Walzen zu den Eggen bilden die **Stachelwalzen**. Dieselben bestehen aus einer hölzernen Walze, welche mit schmiedeeisernen 10—20 cm langen, 2 bis 2,5 cm starken Stacheln besetzt ist, oder wie bei der norwegischen Rollegge, aus eisernen Sternen, welche auf eisernen Achsen aufgeschoben sind. Am wirksamsten sind zwei-, dreireihige Stachelwalzen, welche sich gleichzeitig selbst reinigen. Mit den Stachelwalzen werden selbst Schollen durchstoßen und verkleinert, die sich durch glatte Walzen nicht zerdrücken lassen.

Zum Zerbrechen von Krusten bedient man sich der **Krustenstachler** (E. **Kühne**-Wieselburg), welche aus einer Mehrzahl kleiner, reichlich mit Stacheln besetzter Walzen bestehen und eine vorzügliche Arbeit verrichten.

Den Stachelwalzen ähnlich, nur in größerer Breite und daher mit viel geringerem Gewichte gebaut, sind die Zapfenwalzen (**Markierwalzen**), an deren Umfang in entsprechenden Entfernungen Zapfen eingesetzt sind. Dieselben haben

den Zweck, in einem geebneten Boden in regelmäßigen Abständen Löcher einzudrücken, in welche dann der Same hineingelegt oder die Pflanzen hineingesteckt werden. Bei der Kammkultur verwendet man zu demselben Zweck kleine hölzerne Hand-Markiertrommeln, welche ähnlich den Prismenwalzen mit ihren entsprechend weit gestellten Leisten die Kämme eindrücken und dadurch markieren.

Für die Kleinkultur verwendet man anstatt der Gespann-Walzen die Handwalze, die Patsche und den Kloßhammer. Letzterer ein gestielter, starker hölzerner Schlägel wird zur Zertrümmerung der nach der Bestellung des Feldes noch verbleibenden Schollen verwendet. —

Die Verschiedenartigkeit der Walzenformen läßt schon erkennen, daß die Walze ähnlich der Egge, zu den mannigfaltigsten Arbeiten gebraucht wird. Am häufigsten wird dieselbe verwendet, um den Boden zu verdichten, die Schollen zu verkleinern und den Boden zu ebnen oder zu formen.

Durch das Abwalzen wird ein lockerer Boden verdichtet, bindiger. Untergepflügte Stoppeln, Düngermassen werden durch das Walzen an den Boden gedrückt und damit schneller zum Verfaulen gebracht. Bei Blachfrösten überwalzt man Wintergetreidesaaten, um durch Verdichten des Bodens die nachteiligen Folgen des Ausfrierens zu beseitigen.

Durch die Verkleinerung der Schollen soll das Feld für die Saat vorbereitet werden. Ausgesäete feinere Sämereien, wie Klee-, Gras-, Spörgelsamen, werden abgewalzt, um sie an den Boden anzudrücken, oder durch Zerdrücken von Erdkrümeln und kleineren Schollen mit Erde zu bedecken, damit sie dann sicherer ankeimen. Nach dem Aufgehen der Saat wird das Feld mit der Stachelwalze bearbeitet, um eine durch Regengüsse entstandene Kruste zu zerbrechen, welche das weitere Eindringen des Regenwassers verhindert und das Aufgehen der Saat beeinträchtigt.

Auf dem glatt gewalzten und geebneten Felde kann der richtige Anschluß der Drillbreiten leichter erzielt werden, da sich die Radspur der Drillmaschine kenntlicher eindrückt. Desgleichen wird man die Linien und Punkte, welche der Marqueur (Reihenzieher) oder die Markiertrommel auf dem Felde bezeichnet, auf dem glatt gewalzten Felde deutlicher wahrnehmen. Das Ebnen mit der Walze erleichtert nicht nur den Gang der Säe- und Mähemaschine, sondern auch das Mähen mit der Sense.

Außer zur Bodenbearbeitung wird die Walze auch zu anderen Zwecken verwendet. Zuweilen walzt man die Wiesen, um das Mähen zu erleichtern oder man walzt hohe, grüne Pflanzen, um dieselben mit dem Pflug zur Gründüngung sicherer mit Erde bedecken zu können. Schwere Walzen dienen zum Zerdrücken von Ungeziefer, Raupen, Schnecken u. dgl., oder zur Beseitigung der Gänge, welche die Mäuse durch das Feld ziehen.

Eine besondere Bedeutung besitzt schließlich das Walzen für die Regelung der Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden. Gelangen nach dem Walzen keine atmosphärischen Niederschläge auf dem Boden, so verdunstet nach Wollny (Österr. landw. Wochenbl., Wien 1880, S. 214) das gewalzte Land mehr Wasser, als das nicht gewalzte und trocknet in Folge dessen schneller aus als letzteres. Fällt dagegen nach der Bestellung ein ergiebiger Regen, so ist der gewalzte Boden stets feuchter als der nichtgewalzte, weil durch das Walzen die Wasserkapazität des Bodens erhöht und

die Abwärtsbewegung des Wassers verlangsamt wird. Es wird daher auf allen lockeren Bodenarten von geringer Wärmekapazität und großer Durchlässigkeit durch das Walzen im Frühjahre und Herbst, zu welcher Zeit selten Trockenheit eintritt, der Feuchtigkeitsgehalt eine für die Vegetation günstige Erhöhung erfahren, dagegen wird auf allen bindigen Böden von hoher Wasserkapazität und geringer Durchlässigkeit durch das Walzen die Ansammlung übermäßiger und der Vegetation schädlicher Wassermengen herbeigeführt. Durch das Walzen hält sich die oberste Bodenschichte, deren Feuchtigkeitsgehalt für das Keimen der Samen von Bedeutung ist, feuchter, weil das Wasser von unten leichter aufsteigen kann. Oberflächlich gelockerte Erde trocknet an der Oberfläche rasch ab, bleibt aber in den tieferen Schichten feuchter, außerdem erleichtert dieselbe das Eindringen des Regenwassers. Um bei trockener Zeit das stärkere Austrocknen des Bodens nach dem Walzen hintanzuhalten, verwende man geriffte Walzen oder Ringwalzen, welche in den Boden Vertiefungen eindrücken, die vor dem austrocknenden Wind besser geschützt sind, oder man rauhe den Boden nach dem Walzen mit einer leichten Egge, wenn auch nur sehr leicht wieder auf.

Der richtige Zeitpunkt zur Ausführung des Walzens ist gekommen, wenn der Boden soweit abgetrocknet ist, daß sich die Erde nicht mehr an die Walze anhängt oder gar schmiert. Das Walzen eines nassen Feldes verursacht leicht eine Verkrustung desselben. Ist der Boden sehr schollig, so ist das Walzen ein bis zweimal, immer nach einer anderen Richtung zu wiederholen, nachdem man dazwischen die unzerbrochenen, im Boden eingedrückten Schollen durch die Egge oder den Exstirpator hervorgezogen hat.

Je nach dem gewählten Zeitpunkte, der Länge und dem Gewichte der Walze schwankt die tägliche Leistung von 4—8 ha. Der höhere Ansatz gilt für leichtere, einspännige, 1,5—2,5 m lange, der niedere Ansatz für 2—4spännige schwerere, 1—2 m lange Walzen. Stachelwalzen fertigen je nach ihrer Konstruktion 1,6—2,5 ha pro Tag ab.

8. Die Schleife.

Die Schleife oder Schlichte soll den Boden ebnen und oberflächlich lockern, ohne ihn zusammenzudrücken. Ihre Wirkung hält daher die Mitte zwischen der Wirkung von Egge und Walze. Die Ackerschleife besteht aus einem unbeweglichen, 1,5 m breiten, mit Strauchwerk verflochtenen oder auch ohne dieses ausgestatteten Rahmen, dessen Gewicht 10 bis 15 kg beträgt. Zur Not wird dieselbe auch durch eine auf den Rahmen gelegte Egge ersetzt. Um die Schleife wirksamer zu machen, stellt sich der Führer des Pferdes zur Beschwerung auf dieselbe. Die mit verästelten Zweigen verflochtene **Strauchschleife** oder **Dornegge**, Fig. 72, verrichtet eine ähnliche Arbeit wie

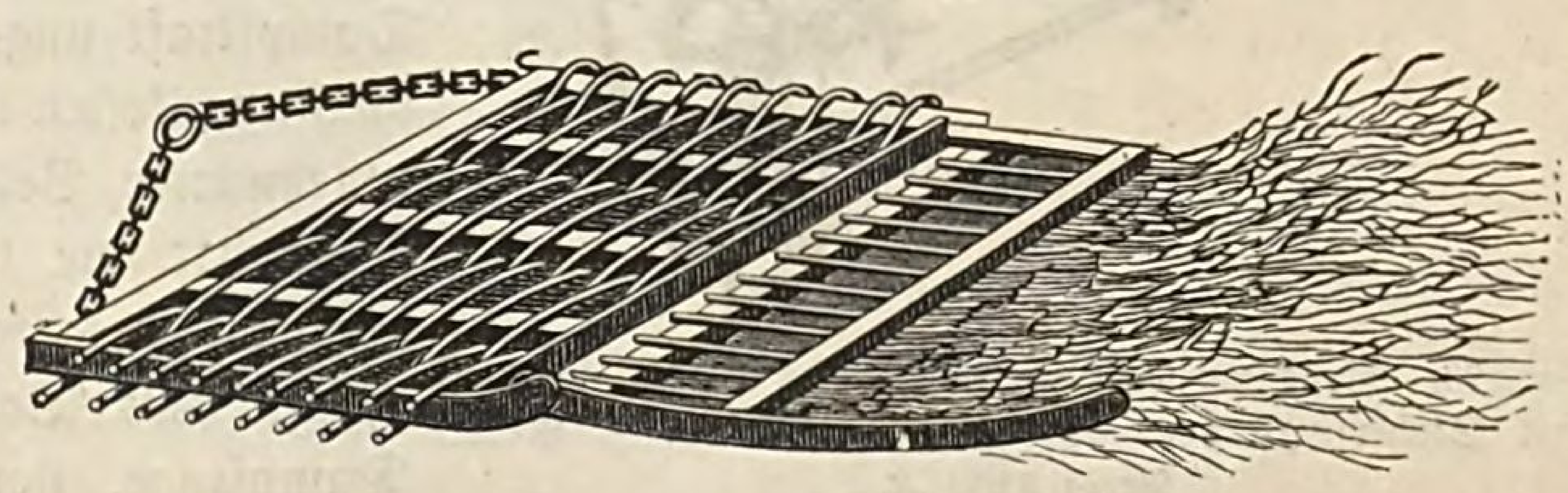


Fig. 72. Dornegge. — Preis 8 *M.*, 4 fl.

ein Besen. Für unebenen Boden verwendet man Schleifen, deren einzelne Teile beweglich sind und sich den Bodenunebenheiten anschmiegen. Derartige Schleifen, wie z. B. die belgische Balkenschleife, bestehen aus einer parallel angeordneten Reihe von Balken, welche an einer Kette beweglich aufgeschoben und zur Verringerung der Abnutzung an den unteren Kanten mit Eisenblech beschlagen sind.

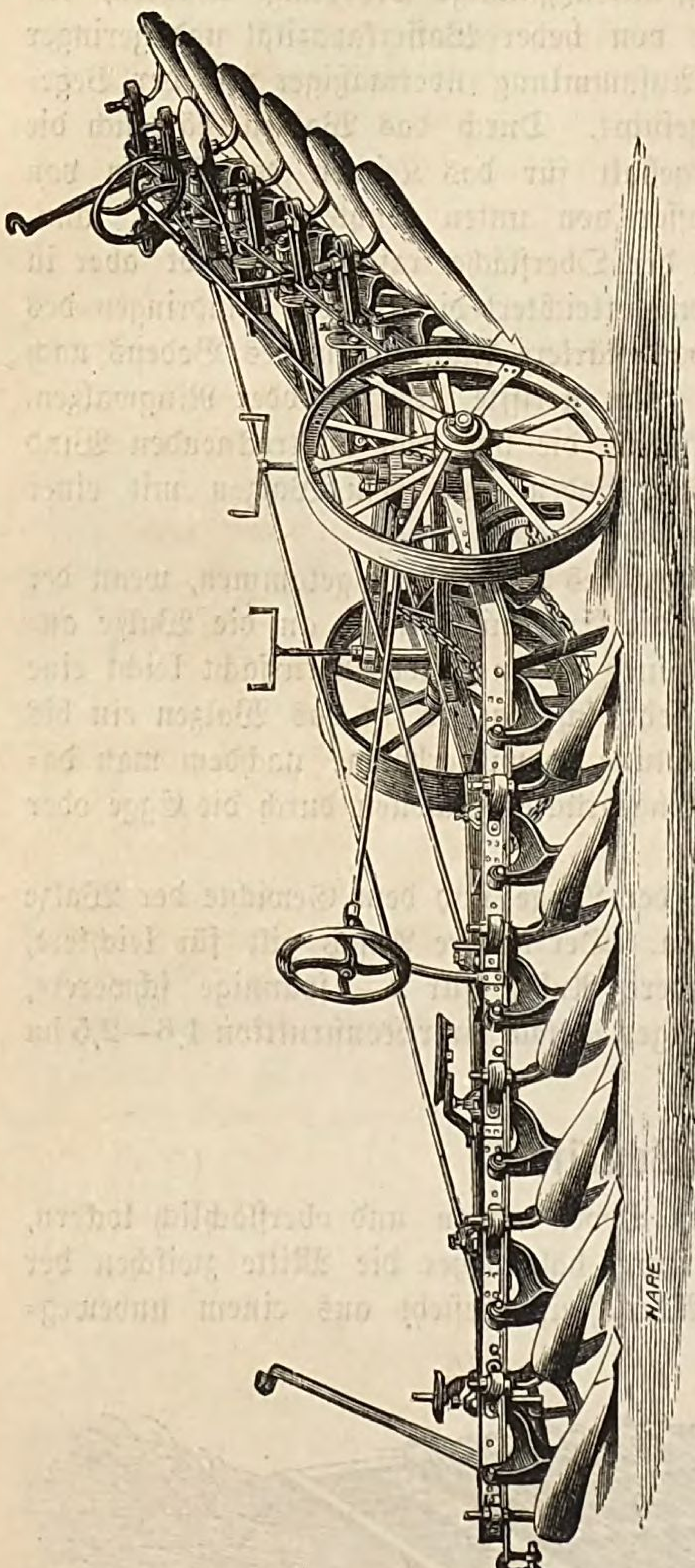


Fig. 73. Kippdampfpflug für Flachkultur zu sechs Furchen mit Stahlpflugkörpern von J. Fowler & Co. — Leeds. Preis 3 250 M.

Durch die Schleife wird das Feld vor dem Säen mit der Maschine geebnet und geklärt, damit die Radspuren der Säemaschine deutlicher sichtbar bleiben. Nach der Reihensäemaschine schleift man zuweilen die durch die Saatschare geöffneten Rillen zu, um den Samen besser mit Erde zu bedecken. In Kämme gelegte Kartoffeln und Samen, welche auf rauher Furche oder auf durch die Ringwalze gerifften Boden gesäet wurden, werden zugeschleift. Stoppeln, Unkrautwurzeln werden durch die Schleife bloßgelegt und können dann leichter entfernt werden. Zum Vermischen von pulverförmigen Düngern mit dem Boden eignet sich die Schleife ganz vorzüglich. Maulwurfshaufen werden mit der Schleife auseinandergezogen und geebnet. Die einspännige Dornegge ebnet pro Tag 3—5 ha.

9. Die Dampfkulturgeräte.

In neuerer Zeit erlangt die Bearbeitung des Bodens mit Hilfe der Dampfkraft ungeachtet der hohen Anschaffungskosten der Dampfkulturgeräte zunehmende Bedeutung. Den größten Wert hat die tiefe und kräftige Bearbeitung des Bodens mit dem Dampfpflug, dem Dampfgrubber und der Dampfegge, von minderem Belange ist die Verwendung der Dampfwalze, der Dampfsäemaschine, der Dampfhackgeräte, des Dampfrübenhebers und der Dampfmähemaschine.

Die bewährteste Form des Dampfpfluges ist der von Fisken erfundene, von John Fowler vervollkommnete Balancier- oder Kipppflug, Fig. 73. Derselbe

besteht aus einem durch zwei große Fahrräder im Schwerpunkte unterstützten, schmiedeeisernen Rahmen, an dessen beiden, in einem stumpfen Winkel zu einander stehenden Seitenteilen in einer Reihe 3—8 stählerne Pflugkörper für 10—26 cm Tiefgang befestigt sind. Bei der Arbeit kommt nur ein Scharsatz in Thätigkeit, welcher durch das Gewicht des auf dem Rahmen sitzenden Führers niedergehalten wird, während der entgegengesetzte Rahmen mit seinen reihenweise angeordneten Pflugkörpern nach vorwärts in die Höhe ragt. Ist der Pflug am Feldrande angelangt, so wird er umgekippt und neben der vorher aufgeworfenen Furche in entgegengesetzter Richtung wieder fortgezogen.

Für die Tiefkultur wird entweder ein besonders stark gebauter Kipppflug mit 2—5 Pflugkörpern, oder noch zweckmäßiger ein Dampfgrubber verwendet. Derselbe ist entweder nach dem Kippsystem, nach dem Howard'schen System mit doppeltwirkenden Arbeitsteilen oder nach dem Ummwendesystem konstruiert. Der Grubber der zweiten Art besteht aus 5—35 cm breiten, doppeltwirkenden

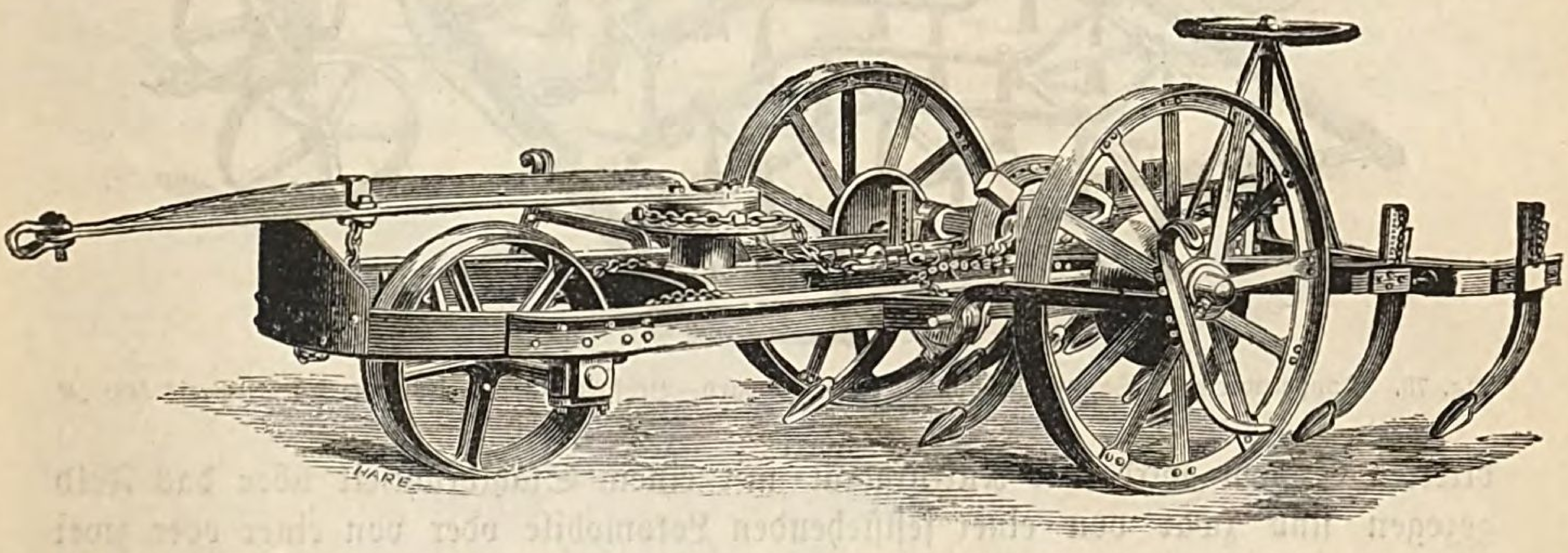


Fig. 74. Patent=Umwende=Kultivator mit 7 Stahlzinken von John Fowler & Co. — Magdeburg — Breite 4,6 m, Preis 2150 *M.*

Zinken, welche zu 2—5 an einem sehr starken stählernen Rahmen, etwas spielend, befestigt sind. Die Fahrräder des Grubbers werden durch den Führer gesteuert, der bei dem Kehren des Gerätes seinen Sitz wechselt. Beide Systeme, das Kippsystem im erhöhteren Maß, haben den Nachteil, daß stets der nicht arbeitende Teil als tote Last über das Feld geführt werden muß. Dieser Übelstand wird bei den Umwende=Kultivatoren vermieden, welche gegenwärtig vorzugsweise zur Anwendung gelangen. Ein vorzügliches Gerät dieser Art ist der dreiräderige Umwende=Kultivator von John Fowler & Co., Fig. 74, mit 5—13 Zinken. Das Umwenden bei diesem Kultivator wird auf sehr einfache Weise bewerkstelligt. Sobald der Kultivator am Feldrande angelangt ist, fängt das vom Kultivator rückwärts mitgeführte, abgewickelte Seil zu ziehen an. Der Kultivator wird dadurch etwas nach rückwärts geschoben und die Schare oder Zinken aus dem Boden gebracht. Durch fortgesetztes Ziehen wird das Kulturgerät selbstthätig, ohne daß der Führer seinen Sitz zu verlassen braucht, in jene Stellung gebracht, welche erforderlich ist, um eine neue Furchenreihe bearbeiten zu können.

Von den Dampfeggen ist Howard's Patent=Dampfegge, Fig. 75, hervorzuheben, deren doppeltwirkende Zinken rück= oder vorwärts, wie die Zinken des doppeltwirkenden Grubbers, arbeiten können.

Der Antrieb des Damfkulturgerätes erfolgt entweder direkt oder indirekt. Bei dem älteren, bereits verlassenen direkten System wird das Kulturgerät nach oder vor einer über das Feld laufenden Dampfmaschine geführt (Dampfpflug von James Usher—Edinburgh 1849). Bei dem gegenwärtig allein gebräuchlichen in=

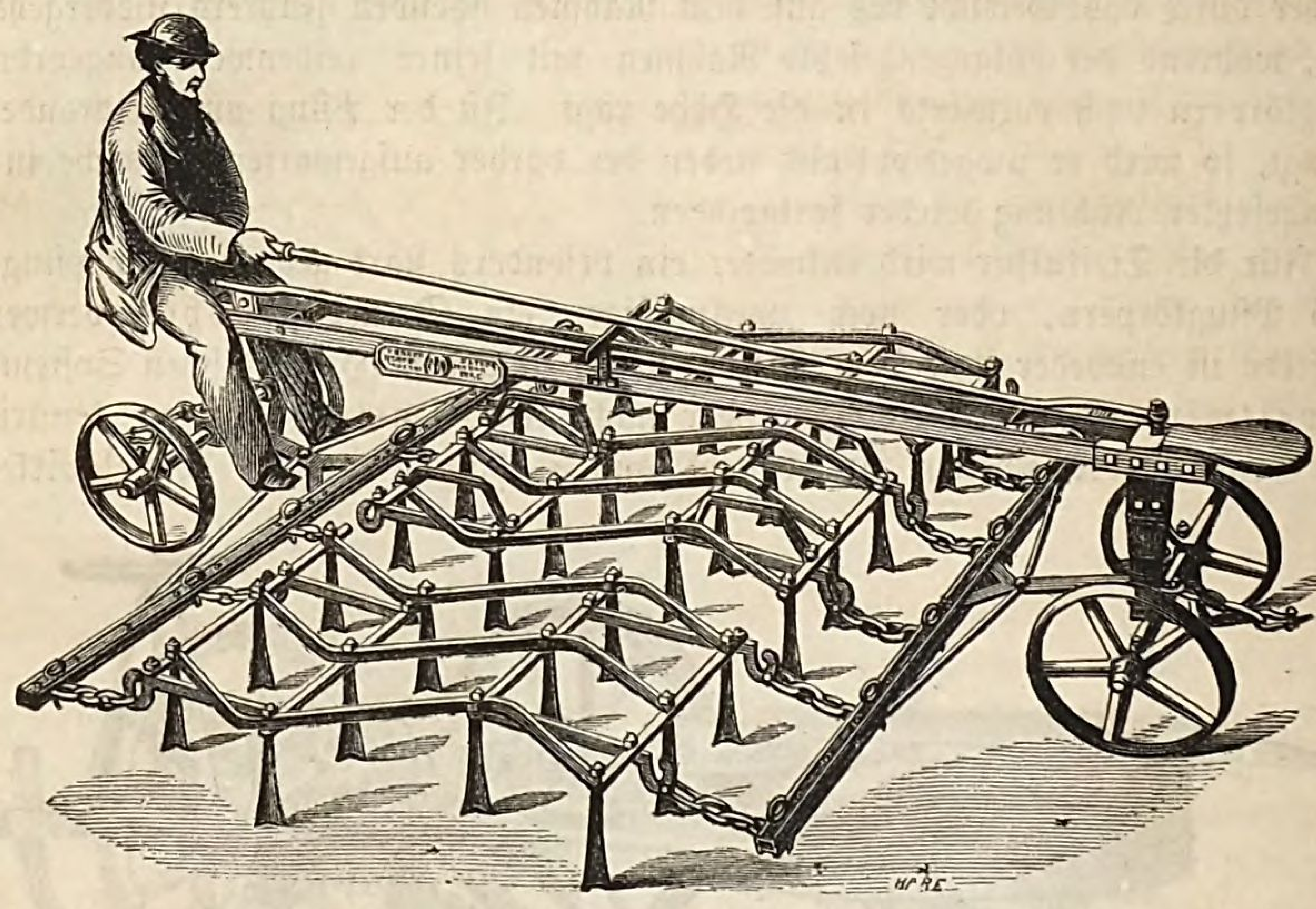


Fig. 75. Doppeltwirkende Dampfegge von J. & F. Howard—Bedford. — Arbeitsbreite 3,4 m, Preis 500 M.

direkten System wird das Kulturgerät mit einem Stahldrahtseil über das Feld gezogen und zwar von einer feststehenden Lokomobile oder von einer oder zwei selbstbeweglichen Lokomotiven aus.

Die Enden des Seiles werden im ersten Fall auf zwei Seiltrommeln eines besonderen Windeapparates, in den beiden letzten Fällen auf 1 oder 2 vertikal



Fig. 76. Kleine Eckseilrolle mit Anker von Savage. — Preis bei H. F. Eckert—Breslau 150 M.

oder horizontal gestellte, an der Lokomotive angebrachten Seil=Windetrommeln befestigt.

Zur Leitung des Seiles über das Feld dienen Seilträger, Eckseilrollen und automatische Ankerwagen. Die Seilträger (s. Fig. 80), kleine dreiräderige Karren mit einer Rolle, werden in Zwischenräumen von ca. 36 m unter das gespannte Seil geschoben, um es vom Boden frei zu halten. Die Eckseilrollen, Fig. 76, welche im Boden verankert werden, dienen zur Führung des Seiles in Winkeln, besonders an den Feldecken. Zwischen dem Ankerwagen und der Maschine oder

zwischen zwei Ankerwagen wird das Kulturgerät in das Drahtseil eingeschaltet. Der Ankerwagen wird entweder an einem verankerten Seilstück oder wie bei dem Ankerwagen von Savage, Fig. 77, durch Zinken in dem Boden festgehalten. Das Heben der Zinken aus dem Boden, sowie die Vorwärtsbewegung des Ankerwagens erfolgt mit dem Drahtseil durch einen sinnreichen, einfachen Mechanismus, welcher

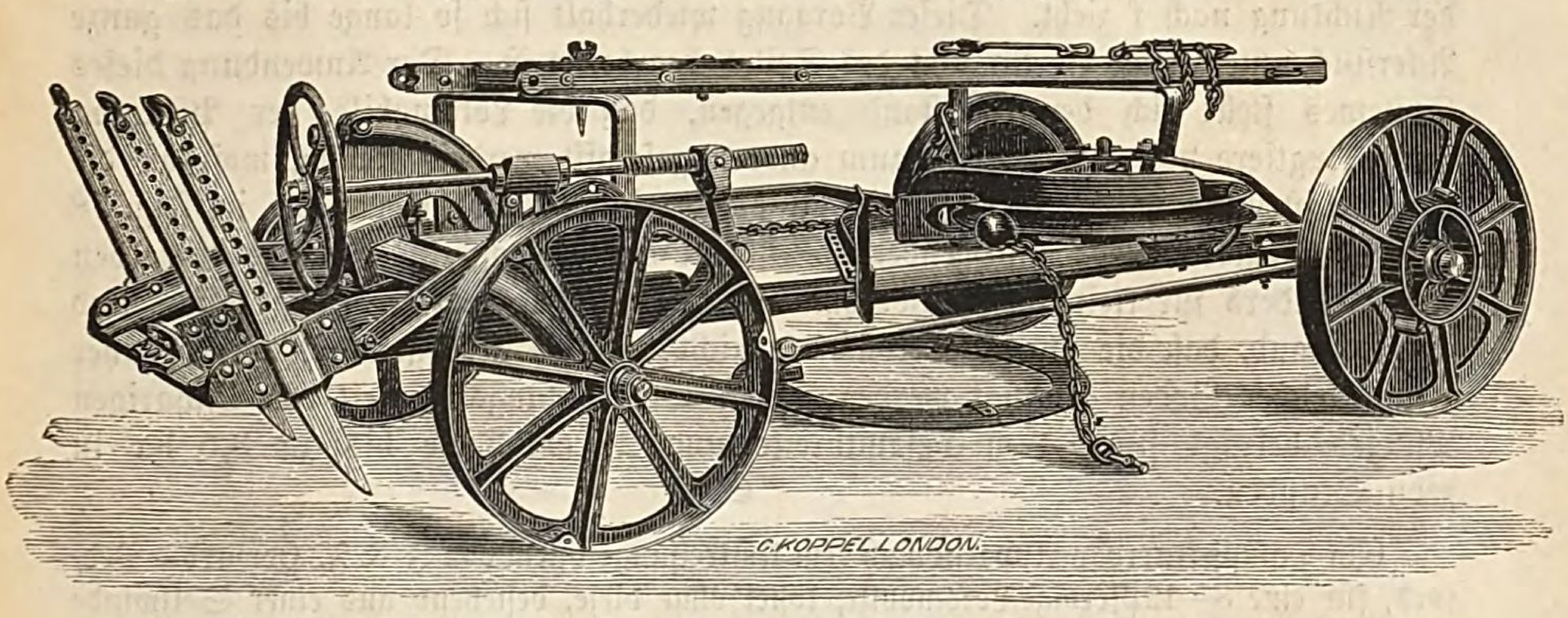


Fig. 77. Savage's Patent automatischer Ackerwagen. — Preis bei H. F. Eckert—Breslau 1 500 *M.*

bei dem Herankommen des Kulturgerätes an den Ankerwagen, durch eine am Drahtseil befestigte Kugel in Thätigkeit gesetzt wird.

Die **Aufstellung** und der **Betrieb** der Dampfkulturgeräte werden entweder nach 1. dem Umkreisungs-, 2. Zweimaschinen- oder 3. dem Einmaschinen-System vorgenommen.

Bei dem **Umkreisungs-** oder **Rundherum-System** (Round about system), Fig 78, wird das 1 460 m (1 600 Yards) lange Drahtseil ringsum das Feld oder

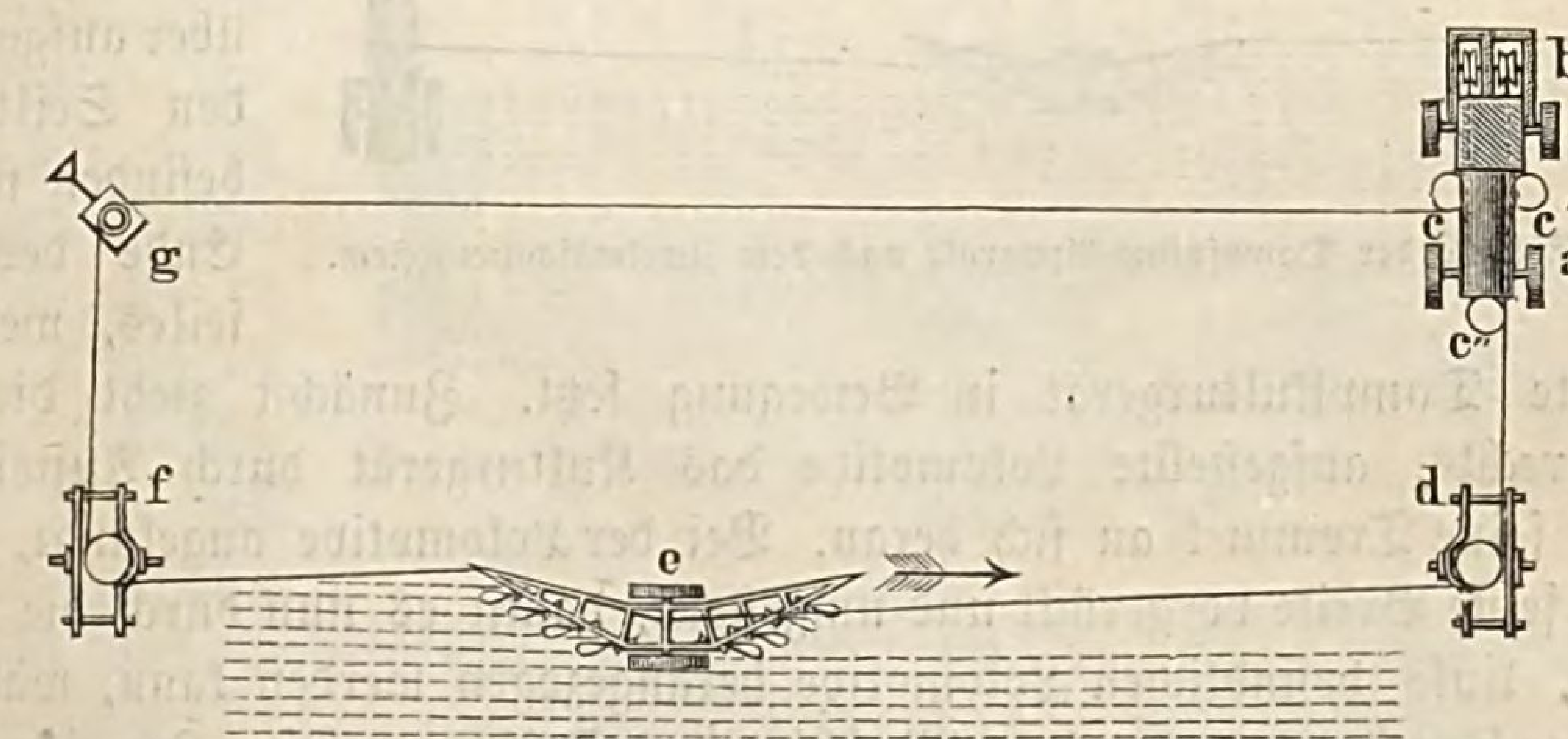


Fig. 78. Aufstellung der Dampfpflug-Apparate von Howard nach dem Umkreisungssystem. — a 12pferdige Lokomotive, b Windetrommeln, c, c_1 und c_2 Seilführungsrollen, d f Ankerwagen, e Kulturgerät, g Eckanker.

die etwa 10 ha große Feldabteilung über die Seilführungsrollen $c_1 c_1$ und c_2 unter dem Tender der Lokomotive, über zwei Ankerwagen d, f und die verankerte Eckführungsrolle g laufen gelassen und durch den, hinter einer gewöhnlichen, 12pferdigen Lokomobile aufgestellten oder wie in Fig. 78 direkt mit einer Lokomotive verbundenen Windeapparat b in Bewegung gesetzt. Die zwei Seiltrommeln des letzteren können durch Kuppelungen oder Riemenausschalter in und außer Verbindung mit der

Lokomobile gebracht werden. Wird die rechte Seiltrommel in Bewegung gesetzt, so wird durch Aufwinden des Seiles, unter der Lokomobile durch, das bei e eingeschaltete Dampfkulturgerät in der Richtung des Pfeiles in Bewegung gesetzt. Bei d angelangt, wird der Ankerwagen um die Pflugbreite gegen a zu vorgerückt, und nun die andere, linke Seiltrommel in Bewegung gesetzt, welche den Pflug in der Richtung nach f zieht. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange bis das ganze Ackerstück unter steter Verkürzung des Seiles bearbeitet ist. Der Anwendung dieses Systemes stellt sich der Übelstand entgegen, daß die Lokomobile, der Pflug rc. durch Zugtiere von einem Felde zum andern geschafft werden müssen, woselbst die neue Aufstellung wieder viel Zeit in Anspruch nimmt; wird jedoch wie in Fig. 78 eine Straßenlokomotive angewendet, so entfällt dieser Nachteil. Vorzüge desselben sind besonders für kleinere Besitzverhältnisse die geringeren Anschaffungskosten und der Umstand, daß die schwere Lokomobile nicht auf das Feld gefahren wird, daher selbst weicher Boden gepflügt werden kann. Die Leistungsfähigkeit des 4scharigen Pfluges beträgt für 1,1 m Gesamtbreite und 20 cm Tiefe bis zu 3,5 ha in zehn Stunden.

Ein Dampf-Ackerbau-Apparat nach dem Umkreisungssystem von J & F. Howard—Bedford, für eine 8—12pferdige Lokomobile, kostet ohne diese, bestehend aus einer Seilwinde mit 1 600 Yards Stahl-Drahtseil, einem Selbsthebe- und Wende-Kultivator mit 5 Scharen, 2 sich selbstbewegenden Ankern und allen nötigen Seilträgern rc. 7 000 *M.*, ein 4schariger Pflug dazu 1 500 *M.*, eine 12pferdige Lokomotive mit 2 Windetrommeln: „The farmers Engines" 22 200 *M.*

Bei dem Zweimaschinensystem, Fig. 79, werden an jedem Feldrande zwei 8—20pferdekräftige, in neuester Zeit mit Compound (Hoch- und Niederdruck) Dampfcylinder ausgerüstete Straßenlokomotiven, unter deren Kessel je eine Seiltrommel angebracht ist, einander gegenüber aufgestellt. An den Seiltrommeln befinden sich je ein Ende des Drahtseiles, welches das eingeschaltete Dampfkulturgerät in Bewegung setzt. Zunächst zieht die eine, in der Figur rechts, aufgestellte Lokomotive das Kulturgerät durch Aufwinden des Seiles auf seine Trommel an sich heran. Bei der Lokomotive angelangt, wird das Gerät um seine Breite vorgerückt und umgestellt, damit es nun durch die Trommel der andern, links befindlichen Lokomotive herangezogen werden kann, während die losgekuppelte Trommel der rechten Maschine das Seil auswirft. Ist eine Furchenbreite bearbeitet, so fährt nach Anlangen des Kulturgerätes die Lokomotive um die doppelte Gerätbreite weiter, und die Arbeit beginnt von Neuem. Das Zweimaschinensystem hat den ausschlaggebenden Vorteil, daß es leicht und schnell in Thätigkeit gesetzt werden kann, ohne daß erst die annähernd 60 Tonnen schweren Apparate, die sich selbstthätig fortbewegen, durch Zugtiere, wie bei dem älteren Umkreisungssystem, fortgeschafft werden müssen. Außerdem erfordert es eine viel kürzere Länge (900 Yards = 824 m) des der Abnutzung unterliegenden Seiles. Häufig wird diesem System nachgesagt, daß nur immer je eine der Maschinen

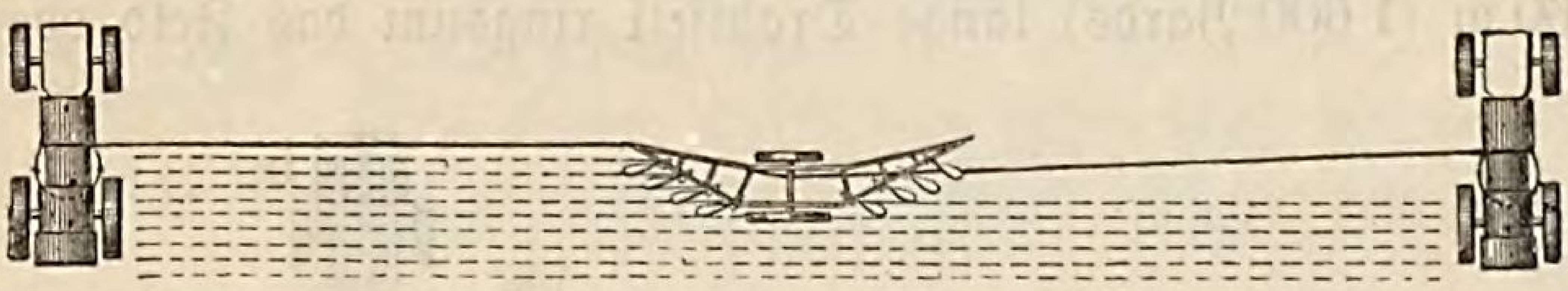


Fig. 79. Aufstellung der Dampfpflug-Apparate nach dem Zweimaschinensystem.

in Thätigkeit ist. Diesem Einwande kann entgegengehalten werden, daß die Maschine mit der leergehenden Trommel Zeit gewinnt, um wieder die nötige Dampfspannung anzusammeln, welche erheblich sinkt, sobald sie wieder in Thätigkeit kommt.

Ein 14pferdekräftiger Apparat von John Fowler & Co. kostet loco Magdeburg 2 selbstfahrende Straßenlokomotiven mit Seiltrommel und Riemenscheibe zum Betriebe von Dreschmaschinen ꝛc. 34 375 *M.*, 824 m Stahl-Drahtseil 2 362,50 *M.*, dazu 1 Fünffurchenpflug 2 850 *M.*, extra Ausrüstung an Werkzeugen 1 595 *M.*, Verpackung 230 *M.*, zusammen 45 412,50 *M.*; zwei 16pferdekräftige Compound Pfluglokomotiven samt Drahtseil 55 177,50 *M.*; 1—3Furchenpflug zur Tiefkultur (Wanzlebener Form) 2 825 *M.*, 1—7 Zinken Stahl-Kultivator 2 150 *M.*, 1—15füßige Umwende-Grubberegge 2 425 *M.*, 2 Wasserwagen 1 630 *M.*, 5 kleine Seilträger 125 *M.* ꝛc.

Die Leistung eines 14pferdigen Zweimaschinen-Apparates beträgt in 12 Arbeitsstunden bei einem Kohlenverbrauch von 240—350 kg und 6—8 mal soviel Wasser pro ha:

bei:	Arbeitstiefe	Leistung	bei:	Arbeitstiefe	Leistung
3 Furchenpflug . .	40—30 cm	3—4 ha	Grubber	30—15 cm	5—11 ha
6 „ . .	20—15 „	4—7 „	Grubberegge		12—17 „

Nachdem die Anschaffung des Zweimaschinensystems große Kosten verursacht, findet in neuerer Zeit das billigere Einmaschinensystem zunehmende Verbreitung. Dasselbe wird entweder mit stationärem oder mobilem Betrieb angewendet. Bei Ersterem arbeitet eine, an einer Feldecke feststehende, mit zwei Windetrommeln versehene Pfluglokomotive, welche unter Zuhilfenahme von zwei Ankern mit einem 1 463 m (1 600 Yards) langem Seil ganz so wie bei dem Umkreisungssystem das Kulturgerät hin- und herzieht. Der mobile Betrieb des Einmaschinensystems erfordert dagegen eine mit zwei Windetrommeln versehene Lokotive und nur einen Ankerwagen, welche, wie aus Fig. 80 zu ersehen ist, allmählich parallel zu einander vorrücken und das Feld mit dem zwischen beiden hin- und hergezogenen Kulturinstrument bearbeiten. Das Seil hat bei diesem System eine Länge von 1 188 m (1 300 Yards). Ein 10pferdiger Fowler'scher Dampfpflug-Apparat dieses Systems kostet 25 261 *M.*

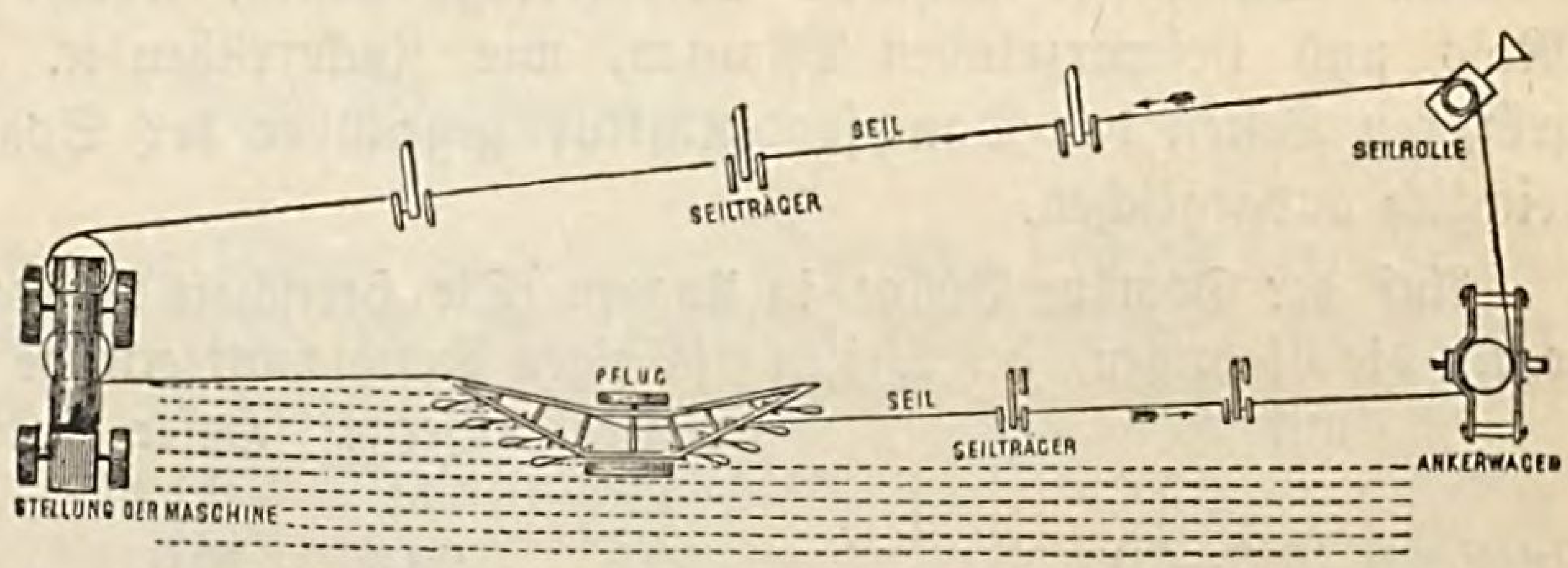


Fig. 80. Aufstellung der Dampfpflug-Apparate von Fowler nach dem mobilen Einmaschinensystem.

Je nach dem Fabrikanten ergeben sich kleine Abweichungen von den vorbesprochenen Systemen. Nachfolgende Übersicht enthält für die hervorragendsten Dampfpflugfabriken die Angabe des Systems, der erforderlichen Apparate und charakteristischer Details der Konstruktion.

A. Feststehender Motor.

1. Umkreisungssystem: 1 Lokomobile, 1 Windeapparat, 2 Ankerwagen, 2 Eckrollen (Howard — Bedford, vertikale Seiltrommeln; Fowler — Leeds, System Nr. 1, horizontale Trommeln; Barford & Perkins — Peterborough; Fisken ꝛc.).

2. Einmaschinensystem für stationären Betrieb: 1 Lokomotive mit 2 Windetrommeln, 2 Ankerwagen, 2 Eckrollen. (Nahezu identisch mit Howard's neuestem Umkreisungssystem, welches jedoch, wie aus Fig. 78, S. 143 hervorgeht nur 1 Eckrolle bedarf; Fowler System Nr. 2 A, vertikale Trommeln auf den Hinterachsen zwischen den Fahrrädern an jeder Seite des Kessels; Savage — Kings-Lynn, die 2 Hinterfahrräder zugleich Seilwinden).

B. Selbstbeweglicher Motor.

3. Einmaschinensystem für mobilen Betrieb: 1 Lokomotive mit 2 Windetrommeln, 2 Ankerwagen, 1 Eckrolle (Fowler System Nr. 2 B, Fig. 80, horizontale Doppeltrommel unter dem Kessel; Howard, vertikale Doppeltrommel vor den Hinterfahrrädern).

4. Zweimaschinensystem: 2 Lokomotiven mit je 1 Windetrommel (Fowler System Nr. 3, Fig. 79, horizontale Seiltrommel unter dem Kessel; Howard, vertikale Seiltrommel vor den Hinterfahrrädern; Aveling & Porter).

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit dienen Beleuchtungsapparate (System Gerland), welche ein Dampfpflügen spät abends oder in der Nacht ermöglichen. Dieselben bestehen bei dem Zweimaschinensystem aus 8, bei dem Einmaschinensystem aus 6 Petroleumlaternen mit Reflektoren und zwar je 3 für die Pfluglokomotive, je 1 für den Pflug, resp. den Anker und eine Laterne mit rotem (Signal für „Halt"), grünem („Langsam") und weißem („Rasch fahren") Licht für den Pflüger. Preis bei Fowler 500, resp. 350 *M.*, Petroleumverbrauch 1 l pro Stunde.

Die Vorteile der Dampfbodenkultur sind etwa folgende:

1. Höhere Ernteerträge, da die Bearbeitung des Bodens zu einer größeren und gleichmäßigeren Tiefe, 35—40 cm, vorgenommen werden kann und die Lockerung bei der größeren Geschwindigkeit des Dampfpfluges, 0,5—1,5 m pro Sekunde, gegenüber dem Gespannpflug viel kräftiger erfolgt. Eine kaum zu beachtende Ungleichheit in der Bodenbearbeitung entsteht dadurch, daß die Erdstreifen bei dem Hin- und Hergehen des Pfluges jedesmal nach einer anderen Richtung zerbrochen werden. Durch die höheren Ernteerträge allein, welche am bedeutendsten bei Mais und tiefwurzelnden Pflanzen, wie Zuckerrüben 2c. ausfallen, werden die größeren Kosten der Dampfbodenkultur gegenüber der Spannkultur, siehe unten, reichlich ausgeglichen.

Auf der Domäne Béllye in Ungarn (Die Herrschaft Béllye. Wien 1883, S. 146) waren die 9jährigen, bei Weizen 6jährigen Durchschnittserträge pro ha bei der Kultur

mit	Weizen	Gerste	Hafer	Kolbenmais	Futterrüben
	hl	hl	hl	hl	metr
Zugtieren 1862—70	19,8	22,5	36,0	66,8	335,0
Dampf 1872—80	23,7	29,9	36,4	75,2	424,6
+	3,9	7,4	0,4	8,5	89,6

2. Die Bearbeitung kann zur richtigen Zeit vorgenommen und damit auch rückwirkend die nachfolgenden Kulturarbeiten, besonders die Saat, rechtzeitig ausgeführt werden. Der auffallendste Unterschied wird sich in dieser Hinsicht bei schwer zu bearbeitenden Bodenarten und in regenreichen Gegenden ergeben, in welchen die zur Bodenbearbeitung verfügbare Zeit durch die Ungunst der Witterung wesentlich verkürzt wird. Bei der Spannkultur ist es nur bei sehr hohem Zugviehstande möglich, daß die Stoppel unmittelbar nach der Ernte umgebrochen werden kann, da gewöhnlich die Zugtiere mit dem Einführen der Ernte vollauf beschäftigt sind. Dieser Nachteil entfällt bei der Anwendung der Dampfbodenbearbeitung. Der zeitgemäßen Ausführung der Kulturarbeiten ist nicht zum geringsten Teile der höhere Ernteertrag bei der Dampfbodenbearbeitung zuzuschreiben.

3. Durch die Dampfbearbeitung wird das Zusammentreten des Bodens durch die Hufe der Zugtiere (pro ha 4spännig ungefähr 400 000 Tritte, Größe der Fußspur 46 qcm mit 20 kg Belastung) vermieden; dagegen ist allerdings das Zusammendrücken des Bodens durch die Räder und Pflugsohlen des etwa 20 mctr schweren Balancierpfluges zu beachten.

4. Ersparung von Arbeitskraft, da zur Bedienung eines Zweimaschinen-Apparates nur 4 Mann, 2 Jungen und 1—2 Pferde für die Wasser- und Kohlenzufuhr erforderlich sind. Unter Umständen läßt sich der Zugviehstand bei Einführung der Dampfkultur bis zu 1/3 verringern.

Nachteile des Dampfpfluges sind seine bedeutenden Anschaffungs- und Unterhaltungskosten. Die Dampfbodenkultur wird daher nur dort wirtschaftlich gerechtfertigt sein, wo genügendes Kapital zur Verfügung steht oder wo sie durch Mietpflügen ausgeführt werden kann. Ebenso erscheint sie nur dort am Platze, wo die nicht zu unebene, mit keinen Haftsteinen versehene Bodenfläche so groß ist, daß der Dampfpflug mindestens durch 150 Tage im Jahre ausreichende Beschäftigung findet.

Auf der Domäne Béllye—Ungarn (a. a. O. S. 141) mit bindigem Boden betragen bei Verwendung von 6 Dampfpflügen die Dampfackerungskosten pro 1 ha im Durchschnitt beim Tiefackern in 575 Tagen 26,22 *M.*, bei 5,73 ha Tagesleistung; beim Seichtackern in 218 Tagen 22,08 *M.*, bei 6,34 ha Leistung; beim Grubbern 12,66 *M.*, bei 11,36 ha Leistung; beim Eggen in 5 Tagen 8,28 *M.*, bei 15 ha Leistung.

Für das Mietdampfpflügen wird in Deutschland pro ha gezahlt: auf 20 cm 30, auf 30 cm 48 und auf 35 cm pflügen 54 *M.*, auf 20 cm 28, auf 25 cm 32 und auf 30 cm grubbern 40 *M.*

VI.

Die Düngung.

Der im Boden enthaltene Vorrat an Pflanzennährstoffen erleidet im Verlauf der Zeit in verschiedenem Sinne eine mannigfaltige Veränderung. Durch die Ernte der Kulturpflanzen wird derselbe um jenen Teil der Nährstoffe vermindert, welcher von den Pflanzen aus dem Boden aufgenommen wird, während demselben durch die unausgesetzt thätige Verwitterung stets neue Nährstoffmengen, jedoch auf Kosten des noch unzersetzten Gesteines zugeführt werden.

Durch den Anbau tiefwurzelnder Pflanzen, den Hackfruchtbau, die Tiefackerung die Brache, den Fruchtwechsel, welche in früherer Zeit als bodenbereichernde Kulturmaßregeln angesehen wurden, wird zwar die Verwitterung beschleunigt und werden noch unberührte Bodenschichten für die Pflanzenernährung herangezogen, aber die Erschöpfung des Bodens an gebundenen und aufnehmbaren Nährstoffen nicht hintangehalten, sondern noch erheblich vermehrt.

In allen Böden, mit Ausnahme jener, welchen durch Überschwemmungs- oder Untergrundswasser Mineralsalze zugeführt werden, reicht daher die Verwitterung und die dieselbe befördernden Kulturmaßregeln, welche die gebundenen Nährstoffe nur aufnahmsfähig machen können, nicht aus, um dem Boden die durch die Pflanzenernten entnommenen Nährstoffe wieder zu ersetzen. Wenn der Boden für das Wachstum der Kulturpflanzen nicht ungeeignet, pflanzenmüde werden soll, so muß

dieser Ersatz durch eine entsprechende Nährstoffzufuhr von Außen, durch die **Düngung** gegeben werden.

Litteratur: Dr. E. Wolff, Praktische Düngerlehre mit einer Einleitung über die Nährstoffe der Pflanzen und die Eigenschaften des Kulturbodens. 9. Aufl. Berlin 1883; Dr. E. Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre. 2 Bände. 2. Aufl. Hannover 1881 2c.

Durch die Düngung allein ist es möglich, den Nährstoffvorrat im Boden je nach dem wirtschaftlichen Bedarf auf einer den Anforderungen der nach der Düngung anzubauenden Pflanze angemessenen Höhe und Beschaffenheit zu erhalten. In letzterer Beziehung ist zu beachten, daß sich das spezifische **Düngebedürfnis** der Pflanzen[1]), d. h. ihr Anspruch an den Düngungszustand bezw. den Gehalt des Bodens an leicht löslichen Nährstoffen, resp. an die Konzentration der Bodennährstofflösung, nicht deckt mit der durch die chemische Analyse nachgewiesenen Nährstoffzusammensetzung der Pflanze oder dem spezifischen **Nährstoffbedürfnis**. Sie bedarf eines beträchtlichen Überschusses an assimilierbaren Nährstoffen im Boden, welcher nicht unter ein bestimmtes Minimum (S. 40) herabsinken darf, wenn die Pflanze normal gedeihen soll. Sind nur geringe Mengen eines Nährstoffes im Boden vorhanden, so wird übrigens die Pflanze, die zu ihrem Gedeihen notwendige Quantität nur dann sammeln können, wenn der Wurzelentwickelung durch den physikalischen Zustand des Bodens, besonders die Lockerheit, kein Hindernis entgegengestellt wird, nachdem die Kulturpflanzen sich je nach ihrer Art die verschiedenen Nährstoffe nicht mit gleicher Leichtigkeit aneignen können (vgl. S. 18).

Der Dünger wirkt jedoch nicht allein durch die in demselben enthaltenen Pflanzennährstoffe, sondern auch durch seinen Einfluß auf die Verwitterung und durch die Wiederherstellung eines günstigen physikalischen Bodenzustandes, welcher durch die Pflanzenvegetation und die Witterungseinflüsse verschlechtert wurde.

Die Düngung hat daher den Zweck 1. dem Boden jene Nährstoffe zuzuführen, welche er den Pflanzen in relativ geringsten Mengen darbietet, 2. die Bodenlösung an denjenigen Nährstoffen zu konzentrieren, welche die Pflanze in relativ geringster Menge aufzunehmen vermag, und 3. einen günstigen physikalischen Zustand des Bodens herzustellen, soweit dies wirtschaftlich von Vorteil ist.

Von den verschiedenen Nährstoffen, welche die Pflanze zu ihrer Entwickelung benötigt, wird der Kohlenstoff in der atmosphärischen Kohlensäure in so reichlicher Menge zur Verfügung gestellt, daß eine Zufuhr in den Boden wegen dieses Zweckes nicht erforderlich ist. Bei blattreichen Pflanzen, wie Hülsenfrüchten, Klee, welche vorzugsweise die Fähigkeit haben, durch ihre Blätter Kohlensäure aus der Luft aufzunehmen, ist es selbst möglich, daß durch die Wurzelrückstände eine Bereicherung des Kohlenstoffgehaltes im Boden eintritt. Auf die Zufuhr von Wasserstoff und Sauerstoff durch den Dünger in den Boden ist gleichfalls keine Rücksicht zu nehmen. Der Stickstoff gelangt zwar durch den Regen in Form von Ammoniak oder Salpetersäure (11,16—23,30 kg pro ha), durch den Tau und durch Absorption aus der Luft in den Boden, doch sind diese Zuflüsse meist so gering, daß sie die Entnahme von Stickstoff durch die abgeernteten Pflanzen und durch das Versinken von Salpetersäure mit der Untergrundsfeuchtigkeit nicht auszugleichen

---

[1]) Paul Wagner, Beiträge zur Ausbildung der Düngungslehre. Landw. Jahrbücher. XII. Bd. Berlin 1883, S. 726 und 732.

vermögen. Wenn daher der Boden nicht ausreichend mit verwesender, stickstoffhaltiger organischer Substanz versehen ist, so wird eine Stickstoffdüngung günstig auf das Pflanzenwachstum einwirken. Überdies befördern die Stickstoffverbindungen den Stoffumsatz und die Löslichmachung der Nährstoffe im Boden.

Von den Stoffen, welche zum Aufbau der organischen Substanz von den Pflanzen verwendet werden, braucht daher nur der Stickstoff und auch dieser nicht in allen Fällen durch die Düngung dem Boden zugeführt zu werden. Dagegen müssen alle übrigen Nährstoffe, welche den unorganischen Teil der Pflanzen zusammensetzen und welche ausschließlich nur im Boden enthalten sind, mit Ausnahme jener, die in so großer Menge im Boden vorkommen, daß ihre Verminderung unbedenklich ist, durch die Düngung in jenen Mengen wieder ersetzt werden, als sie durch die Ernten dem Boden entnommen wurden.

Unter den verschiedenen Aschenbestandteilen erfordert die Zufuhr der Phosphorsäure und des Kali besondere Beachtung, nachdem die Pflanzen im Verhältnisse zu dem spärlichen Vorkommen dieser Nährstoffe im Boden bedeutende Mengen derselben beanspruchen. Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Schwefelsäure sind meist in überflüssiger Menge im Boden vorhanden. Ihre Zufuhr wird daher erst dann notwendig, wenn in einem Boden ein Mangel an diesen Nährstoffen eintritt. Natron, Chlor, Eisen und Mangan sind gewöhnlich im Vergleich zu dem geringen Gehalte der Pflanzenaschen an diesen Stoffen, in reichlicher Menge in dem Boden enthalten, weshalb eine Zufuhr im Dünger am wenigsten erforderlich sein wird.

Als ungefähren Anhaltspunkt über die Mengen von Stickstoff und Aschenbestandteilen, welche durch die Ernte von je 1000 kg frischer oder lufttrockener Substanz dem Boden entnommen werden, mögen nachfolgende Zahlen[1]) dienen. Unter einem führen wir in der Tabelle einige tierische Produkte an, durch deren Verkauf indirekt eine Ausfuhr von Bodennährstoffen erfolgt.

	Wasser	Stickstoff	Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
Weizen-Körner	144	20,8	16,8	5,2	0,3	0,5	2,0	7,9	0,1	0,3
„ -Stroh	143	4,8	46,0	6,3	0,6	2,7	1,1	2,2	1,1	31,0
Roggen-Körner	143	17,6	17,9	5,8	0,3	0,5	2,0	8,5	0,2	0,3
„ -Stroh	143	4,0	38,2	8,6	0,7	3,1	1,2	2,5	1,6	18,8
Gersten-Körner	143	16,0	22,3	4,7	0,5	0,6	2,0	7,8	0,4	5,8
„ -Stroh	143	6,4	45,9	10,7	1,6	3,3	1,2	1,9	1,8	23,4
Hafer-Körner	143	19,2	26,7	4,8	0,4	1,0	1,9	6,8	0,5	10,5
„ -Stroh	143	5,6	61,6	16,3	2,0	4,3	2,3	2,8	2,0	28,8
Mais-Körner	144	16,0	12,4	3,7	0,1	0,3	1,9	5,7	0,1	0,3
„ -Stroh	150	4,8	45,3	16,4	0,5	4,9	2,6	3,8	2,4	13,1
Erbsen-Körner	143	35,8	23,4	10,1	0,2	1,1	1,9	8,4	0,8	0,2
„ -Stroh	160	10,4	43,1	9,9	1,8	15,9	3,5	3,5	2,7	2,9
Pferdebohnen-Körner . .	145	40,8	31,0	12,9	0,3	1,5	2,2	12,1	1,1	0,2
„ -Stroh . .	160	16,3	44,9	19,4	0,8	12,0	2,6	2,9	1,8	3,2
Raps-Körner	118	31,2	39,2	9,6	0,6	5,5	4,6	16,6	0,9	0,5
„ -Stroh	160	5,6	41,3	11,3	3,9	11,7	2,5	2,5	3,1	2,6
Leinsamen	118	32,8	32,6	10,0	0,7	2,6	4,7	13,5	0,8	0,4
Kartoffel-Knollen . . .	750	3,4	9,5	5,8	0,3	0,3	0,5	1,6	0,6	0,2

[1]) Ausführlichere Zahlenangaben siehe: E. Wolff, Aschen-Analysen von land- und forstw. Produkten, Fabriksabfällen und wildwachsenden Pflanzen. I. Teil. Berlin 1871; II. Teil. Berlin 1880.

	Wasser	Stickstoff	Asche	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure
Kartoffel-Kraut, fast reif .	770	4,9	19,7	4,3	0,4	6,4	3,3	1,6	1,3	0,9
Zuckerrüben	815	1,6	7,1	3,8	0,6	0,4	0,6	0,9	0,3	0,2
" -Blätter . . .	897	3,0	15,3	4,0	2,0	3,1	1,7	0,7	0,8	1,6
Wiesen-Heu	143	15,5	59,8	16,0	2,2	9,5	4,1	4,3	3,1	17,2
" -Gras in Blüte . .	750	4,8	17,5	4,7	0,7	2,8	1,2	1,2	0,9	5,0
Rotklee-Heu, in der Blüte .	160	19,7	57,6	18,6	1,1	20,1	6,3	5,6	1,9	1,6
" grün, " " " .	800	4,8	13,7	4,4	0,3	4,8	1,5	1,3	0,4	0,4
Luzerne-Heu, Anf. der Blüte	160	23,0	62,0	14,6	1,1	25,2	3,1	5,3	3,6	5,9
" grün, " " "	740	7,2	19,2	4,5	0,3	8,5	0,9	1,6	1,1	1,8
Futterroggen, grün . . .	760	5,3	16,3	6,3	0,1	1,2	0,5	2,4	0,2	5,2
Grünhafer	810	3,7	14,2	5,6	0,5	0,9	0,4	1,3	0,5	4,4
Grünmais	829	1,9	10,4	3,7	0,5	1,4	1,1	1,0	0,3	1,9
Kuhmilch	875	5,4	7,2	1.7	0,4	1,7	0,2	2,0	0,1	—
Käse, Schweizer	358	43,5	72,9	1,8	24,1	13,0	0,6	14,9	—	0,1
Lebendes Kalb	662	25,0	38,0	2,4	0,6	16,3	0,5	13,8	—	0,1
Lebender Ochse	597	26,6	46,6	1,7	1,4	20,8	0,6	18,6	—	0,1
Lebendes Schaf	591	22,4	31,7	1,5	1,4	13,2	0,4	12,3	—	0,2
Lebendes Schwein . . .	528	20,0	21,6	1,8	0,2	9,2	0,4	8,8	—	—
Hühnerei ohne Schale . .	737	20,0	9,2	1,6	2,1	1,0	0,1	3,5	—	—
Wolle, gewaschen . . .	120	94,4	9,8	1,9	0,3	2,4	0,6	1,8	—	2,5

Die Wirksamkeit ein und desselben Düngemittels wird sich je nach dem Nährstoffvorrat und der physikalischen Beschaffenheit des Bodens verschieden herausstellen. Die Wahl der Düngemittel hat sich daher nach den verschiedenen Bodenarten zu richten.

Von den verschiedenen Bodengerüstteilen verhält sich z. B. der Quarz ganz indifferent bei der Zersetzung der Humuskörper und der Dünger, indem derselbe gar keine Absorption und gar keinen Einfluß auf eine Lösung von Pflanzennährstoffen auszuüben vermag.

Den Gegensatz zum Quarz bildet der Thon, welcher den entschiedensten Einfluß auf die organischen Substanzen und die Verwesung des Düngers nimmt. Bei seiner hohen Absorptionsfähigkeit entzieht er einer Nährstofflösung besonders Kali, Ammoniak und Phosphorsäure, während die feinsten Humusteilchen fest an dem Thon anhaften. Durch die Bildung von im Wasser unlöslicher, humussaurer Thonerde und humussaurem Eisenoxyd wird die Humussubstanz lange konserviert.

Der Kalkboden wirkt besonders verzehrend auf humusreiche Düngemittel, indem sich der Humus in der im Wasser unlöslichen Verbindung des humussauren Kalkes rascher oxydiert als für sich allein. Kalkböden verzehren den Humus. Der Gipsboden mit geringer Absorptionsfähigkeit verhält sich im Ganzen passiv. Eine Gipslösung macht im Boden gebundenes Kali wieder frei.

Die je nach dem Boden verschiedene Wirksamkeit der Düngemittel ist Ursache, daß sich die Resultate von Düngungsversuchen, welche nur für jene Örtlichkeiten, an welchen sie ausgeführt wurden, einen Wert besitzen, nicht ohne Weiteres von einem Orte auf den andern übertragen lassen.

Die vorstehenden Erörterungen, welche ihre Fortsetzung in Bd. IV. Die Betriebslehre. 3. Aufl. Berlin 1883 finden werden, ergeben, daß für die Ausführung der

Düngung nicht nur der Stoffgehalt des Düngemittels, sondern auch das Bedürfnis der Pflanze und die Beschaffenheit des Bodens maßgebend sind.

Als ungefähren Anhaltspunkt zur Beurteilung der Mengen von Pflanzennährstoffen, welche durch je 1 000 kg der wichtigeren Düngemittel in den Boden gebracht werden, führen wir nach derselben Quelle, wie oben, die nachstehenden Mittelzahlen an:

	Wasser	Organische Substanz	Stickstoff	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kieselsäure und Sand	Chlor und Fluor	Eisenoxyd u. Thonerde
Pferdemist[1]	713	254	5,8	5,3	1,0	2,1	1,4	2,8	0,7	17,7	0,4	1,1
Rindviehmist	775	203	3,4	4,0	1,4	3,1	1,1	1,6	0,6	8,5	1,0	0,5
Schafmist	646	318	8,3	6,7	2,2	3,3	1,8	2,3	1,5	14,7	1,7	2,4
Schweinemist	724	250	4,5	6,0	2,0	0,8	0,9	1,9	0,8	10,8	1,7	0,7
Gewöhnlicher Stallmist:												
frisch	710	246	4,5	5,2	1,5	5,7	1,4	2,1	1,2	12,5	1,5	—
mäßig verrottet. . . .	750	192	5,0	6,3	1,9	7,0	1,8	2,6	1,6	16,8	1,9	—
stark verrottet	790	145	5,8	5,0	1,3	8,8	1,8	3,0	1,3	17,0	1,6	—
Mistjauche	982	7	1,5	4,9	1,0	0,3	0,4	0,1	0,7	0,2	1,2	—
Menschliche Fäces, frisch .	772	198	10,0	2,5	1,6	6,2	3,6	10,9	0,8	1,9	0,4	—
Menschlicher Urin, frisch .	963	24	6,0	2,0	4,6	0,2	0,2	1,7	0,4	—	5,0	—
Gemenge beider, frisch . .	935	51	7,0	2,1	3,8	0,9	0,6	2,6	0,5	0,2	4,0	—
Taubenmist, frisch. . . .	519	308	17,6	10,0	0,7	16,0	5,0	17,8	3,3	20,2	—	—
Hühnermist, frisch. . . .	560	255	16,3	8,5	1,0	24,0	7,4	15,4	4,5	35,2	—	—
Gänsemist, frisch	771	134	5,5	9,5	1,3	8,4	2,0	5,4	1,4	14,0	—	—
(in 100 Teilen)												
Chilisalpeter	2,6	—	15,5	—	35,0	0,2	—	—	0,7	1,5	1,7	—
Peru-Guano	15,0	42,0	7,0	3,3	2,8	12,6	0,9	14,0	2,0	3,9	—	0,3
Baker-Guano	11,0	7,0	0,5	0,1	1,5	40,0	1,5	34,8	1,2	0,6	—	0,1
Lahn-Phosphorit, reich . .	2,5	—	—	0,8	0,4	43,2	0,1	32,3	—	6,5	1,4	13,5
Knochenmehl	6,0	30,3	3,8	0,2	0,3	31,3	1,0	23,2	0,1	3,5	0,3	—
Knochenkohle	8,0	8,0	0,7	0,1	0,2	40,0	1,1	29,0	0,4	10,0	—	—
Laubholzasche	5,0	5,0	—	10,0	2,5	30,0	5,0	3,5	1,6	18,0	0,3	—
Ausgelaugte Holzasche . .	20,0	5,0	—	1,5	0,3	28,5	2,5	2,0	0,3	30,0	—	—
Gaskalk	7,0	1,3	0,4	0,2	—	64,5	1,5	—	12,5	3,0	—	—
Scheideschlamm der Zuckerfabrikation	43,3	15,3	0,4	0,2	0,1	21,6	0,3	1,2	0,3	3,8	—	—
Knochenmehl-Superphosphat	13,0	23,8	2,6	0,1	0,2	24,4	0,7	17,6	17,5	2,5	0,2	—

Je nach der Wirkungsweise der Düngemittel unterscheiden wir:

1. Dünger, welche durch ihren Stoffgehalt wirksam sind und zugleich die physikalische Beschaffenheit des Bodens beeinflussen. Dahin gehört vor allem der Stallmist. In früherer Zeit bezeichnete man diesen Dünger wegen seiner Wirksamkeit auf den verschiedensten Bodenarten als Haupt- und Normaldünger. Nachdem derselbe alle von den Pflanzen beanspruchten Nährstoffe in hinreichender Menge und in assimilierbarer Form enthält, so wird derselbe, sowie die weiteren Dünger dieser Gruppe, als absoluter Dünger bezeichnet.

2. Dünger, welche vorzugsweise wegen ihres Stoffgehaltes zur Verwendung

[1]) Bezüglich des frischen Mistes (mit Streu) ist angenommen, daß bei Pferden, Rindvieh und Schweinen ein Drittel des produzierten, frischen Urins aus dem Stalle abläuft und in den Jauchegruben sich ansammelt; als Streu sind für ein Pferd 3 kg, ein Stück Rindvieh 4 kg, ein Schwein 2 kg und für ein Schaf 0,3 kg Weizenstroh täglich berechnet worden.

gelangen. Dieselben führen dem Boden nur einzelne Nährstoffe zu, weshalb sie zum Unterschiede von den absoluten Düngemitteln als relative Dünger bezeichnet werden. Düngemittel dieser Art faßt man auch unter den Namen: Hilfsdünger, Beidünger, konzentrierte, künstliche, käufliche Dünger, Kunstdünger, Handelsdünger, Nebendünger, Spezialdünger zusammen.

3. Dünger, welche vorzugsweise wegen ihres Einflusses auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens und als Absorptionsmittel für atmosphärische Pflanzennährstoffe zur Anwendung gelangen. Dieselben enthalten viele (Mergel) oder nur wenige (Gips), oder nur einen Nährstoff (gebrannter Kalk). Dieselben können mineralischen oder, wie die Gründünger und Ernterückstände, organischen Ursprungs sein. Dünger dieser Art bilden als sog. Bodenverbesserungsmittel oder indirekt wirkende Dünger den Übergang von der Düngung zu jenen Kulturmaßregeln, welche im Kapitel „Die Standortsverbesserung" besprochen wurden.

1. Die absoluten Düngemittel.

Die absoluten Düngemittel bilden den ausschließlichen Dünger in der Landwirtschaft, welcher nur in Ausnahmefällen ganz entbehrt werden kann. Durch dieselben, besonders durch den Stallmist, werden dem Boden, meist mit dem größten wirtschaftlichen Vorteile, alle erforderlichen Pflanzennährstoffe zugeführt. Durch eine von Zeit zu Zeit wiederkehrende Stallmistdüngung wird überdies bei den meisten Bodenarten die Erhaltung und Verbesserung der physikalischen Eigenschaften ermöglicht.

Absolute Düngemittel sind: 1. der Stallmist, 2. die Jauche, 3. der Abtrittsdünger, 4. der Kompostdünger.

1. Der Stallmist.

Der Stallmist bildet ein Gemenge von festen und flüssigen Ausscheidungen der Haustiere mit dem verschiedensten Streumaterial. Sein Wert hängt ab von: a. dem Wert der tierischen Ausscheidungen, b. dem Wert des Streumateriales, c. der Mistart und d. der Behandlung des Düngers bis zu seiner Verwendung.

a. Die Exkremente der Tiere.

Der Wert der tierischen Ausscheidungen richtet sich nach der Beschaffenheit des Futters und nach der Art und dem Ernährungszustande des Tieres.

Aus dem aufgenommenen Futter entnimmt der tierische Organismus durch seinen Verdauungsapparat alle jene Stoffe, welche zu seiner Erhaltung erforderlich sind. Alle übrigen unverdaut gebliebenen Bestandteile des Futters werden als feste Exkremente ausgeschieden. Der in den Tierkörper übergegangene, verdauliche Teil der Nahrung wird nach seiner Verwendung zum Aufbau der tierischen Substanz und zur Kraftentwickelung durch den Stoffwechsel des Tieres wieder ausgeschieden und zwar entweder in gasförmiger Form durch die Lunge ausgeatmet und durch die Haut transpiriert oder in flüssiger Form durch den Harn abgesondert. Ein ausgewachsenes Tier, welches unter normalen Verhältnissen sein Gewicht nur innerhalb geringer Schwankungen ändert, wird daher nahezu eben so viele Stoffe ausscheiden, als es in der Nahrung aufgenommen hat.

Nach den Untersuchungen über die Respiration des Rindes und Schafes mit dem Respirationsapparat in Weende von Henneberg, G. Kühn, M. Märcker, E. Schulze,

H. Schulze ꝛc. (Journal für Landwirtschaft. Göttingen 1870. S. 190) ergeben sich im Durchschnitt der Versuchsperiode für das volljährige Schaf (Hammel) bei sog. Normalfutter (Wiesenheu) im Beharrungszustand folgende Beziehungen zwischen dem Futter und den gesamten tierischen Ausscheidungen:

Stoffwechselgleichung pro kg Körpergewicht (Lebendgew. exkl. Wolle) in g:

	Trockensubstanz	Wasser	Mineralstoffe	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
1. Konsumtion:							
64,324 Futter und Tränke, bestehend aus:							
25,961 Wiesenheu	21,406	—	1,453	9,875	1,321	0,392	8,365
	—	4,555	—	—	0,506	—	4,049
0,132 Kochsalz	0,125	—	0,125	—	—	—	—
	—	0,007	—	—	0,001	—	0,006
38,231 Brunnenwasser	0,041	—	0,035	0,002	—	—	0,004
	—	38,190	—	—	4,243	—	33,947
0,029 Körperzuschuß, bestehend aus:							
0,029 Mineralstoffen	—	—	0,029	—	—	—	—
12,773 atmosphärischen Sauerstoff . .	—	—	—	—	—	—	12,773
Summa: 77,126	—	42,752	1,642	9,877	6,071	0,392	59,144
2. Produktion:							
39,015 Exkremente, bestehend aus:							
26,780 Kot	9,045	—	0,941	4,328	0,534	0,180	3,062
	—	17,735	—	—	1,971	—	15,764
12,235 Harn	1,706	—	0,681	0,498	0,053	0,167	0,307
	—	10,529	—	—	1,170	—	9,359
1,741 Körperansatz, bestehend aus:							
0,209 Wolle (inkl. Schweiß und	0,163	—	0,020	0,076	0,011	0,016	0,040
Fett)	—	0,046	—	—	0,005	—	0,041
0,181 Fleischsubstanz	—	—	—	0,096	0,013	0,029	0,043
0,299 Körperfett.	—	—	—	0,229	0,036	—	0,034
1,052 Wasser	—	1,052	—	—	0,117	—	0,955
36,370 Respirationsprodukte, bestehend aus:							
16,956 Kohlensäure	—	—	—	4,625	—	—	12,334
0,033 Grubengas	—	—	—	0,025	0,008	—	—
19,378 Wasser	—	19,378	—	—	2,153	—	17,225
Summa: 77,126	—	48,740	1,642	9,877	6,071	0,392	59,144

Wasserüberschuß (entspr. Wasser aus 0,666 Wasserstoff gebildet) 5,988. 1,741—0,209 = 1,532 Körperansatz exkl. Wolle, Minus 0,029 Körperzuschuß = 1,503 Zunahme des eigentlichen Körpergewichtes.

Für die Düngerwirtschaft geht bei Erhaltungsfutter[1]) nur jener Teil der Stoffe,

---

[1]) Unter Erhaltungsfutter versteht man jenen Teil des Futters, welcher erforderlich ist, um das Tier am Leben zu erhalten. Bei der Verabreichung desselben verbleibt der Tierkörper in einem gewissen Beharrungszustand, in welchem derselbe sich anscheinend nicht verändert. Näheres hierüber in Band III.: Die Tierzuchtlehre, 3. Auflage, Berlin 1881, S. 73.

welche als Respirationsprodukte gasförmig ausgeschieden werden, verloren. Dieser Verlust ist jedoch bedeutungslos, da er vorzugsweise nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff betrifft, welche keinen Düngerwert besitzen. Die für die Düngerwirtschaft allein wichtigen Mineralstoffe und der Stickstoff finden sich in den festen und flüssigen Ausscheidungen der Tiere fast vollständig wieder.

Werden bei den Nutztieren, außer den Exkrementen und dem Harn, noch nutzbare Stoffe hervorgebracht, so tritt jedoch ein Verlust an Aschenbestandteilen um jenen Betrag von Mineralsubstanzen ein, welche in dem von den Tieren produzierten, nutzbaren Stoffen enthalten sind. Bei, wenn auch nur geringem Wolleansatz (s. die obige Tabelle) tritt schon, um den Gehalt der Wolle, ein Verlust an Mineralsubstanzen ein. Bei einem volljährigen Mastochsen, dessen Zunahme größtenteils in Fett besteht, wird jener Verlust am geringsten ausfallen. Der Mastviehdünger wird daher schon deshalb wertvoller als der Dünger von anderen Nutztieren sein. Bei einer Kuh, welche Milch giebt, oder welche trächtig ist, wird der Aschengehalt des Düngers um jenen Betrag verkürzt, welcher in der Milch (s. Tabelle S. 150) enthalten ist. Ein heranwachsendes Tier verwendet gleichfalls einen Teil der Asche des Futters zur Ausbildung seines Körpers, besonders der Knochen. Der Dünger eines Kalbes kann daher um ein Vielfaches ärmer an Aschenbestandteilen, besonders an Phosphorsäure und Kali sein, als der Dünger eines Mastochsen.

Eine besondere Bedeutung für die Düngerwirtschaft hat die Verteilung der einzelnen Mineralstoffe des Futters auf Kot und Harn. Im allgemeinen stimmt dieselbe mit den Löslichkeitsverhältnissen der Mineralstoffe überein. Im Harn finden sich vorzugsweise, neben Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Harnfarbstoffe rc. — den Rückbildungsstoffen der stickstoffhaltigen Futterbestandteile —, die leicht löslichen Alkalien, während die schwer löslichen, alkalischen Erden, der Kalk, dann die Kieselsäure, die Phosphorsäure neben den unverdaulichen Futterbestandteilen in den festen Exkrementen ausgeschieden werden. Der wertvollste Dünger wird daher dann gewonnen, wenn die Exkremente und der Harn, welche sich in ihrem Gehalte an Pflanzennährstoffen gegenseitig ergänzen, gemeinschaftlich gesammelt und verwendet werden.

Ein besonderes Interesse in Betreff des Kreislaufes der Mineralstoffe bieten die oben angeführten Fütterungsversuche (Journal für Landwirtschaft. Göttingen 1870. S. 258 u. 259). Die gefundenen Durchschnitte pro Tag und kg Körpergewicht giebt die Tabelle auf Seite 155.

Aus derselben erhellt der große Einfluß, welchen die Fütterung der Tiere auf die Menge und die Güte des Düngers ausüben. Je reichlicher die Ernährung der Tiere, in einem je besseren Ernährungszustande sie sich befinden, um so wertvoller wird der Dünger sein. Die Ausscheidungen eines gut genährten Tieres können daher doppelt so hohen Düngerwert erlangen, als die eines schlecht gefütterten.

Schließlich wird es für den Wert der Exkremente nicht gleichgiltig sein, durch welche Tierart das Futter verzehrt wird und welchem Nutzungszwecke dieselbe dient. Auf letztere Beziehung wurde bereits weiter oben aufmerksam gemacht. Die Unterschiede des Düngers je nach der Tierart sind vorzugsweise durch die verschiedene Fütterungs-, Tränkungs- und Ernährungsweise der einzelnen Tierarten bedingt. Auf dieselben soll weiterhin unter Düngerarten noch näher eingegangen werden.

	Einnahme im Futter g				Ausgabe g				Ausgabe in Proz. der Futterbestandteile			
	Heu	Kochsalz	Trinkwasser	Summe	Kot	Harn	Wolle	Summe	Kot	Harn	Wolle	Summe
Kali	0,467	—	—	0,467	0,025	0,396	0,017	0,438	5,3	84,7	3,6	93,6
Natron . . .	0,055	0,065	0,005	0,125	0,031	0,068	—	0,099	25,2	54,4	—	79,6
Kalk	0,174	—	0,111	0,185	0,205	0,009	0,0007	0,215	110,8	4,7	0,4	115,9
Magnesia . .	0,098	—	—	0,098	0,081	0,025	0,0002	0,106	82,1	25,5	0,2	107,8
Phosphorsäure	0,090	—	—	0,090	0,088	0,002	0,0002	0,090	98,8	1,7	0,2	100,7
Schwefelsäure .	0,049	—	0,005	0,054	0,019	0,029	0,001	0,049	35,0	53,2	1,6	89,8
Chlor	0,133	0,075	0,006	0,214	—	0,185	0,001	0,186	—	86,4	0,5	86,9
Kieselerde, Sand, Eisen etc.	0,416	0,002	0,010	0,428	0,491	0,009	0,0002	0,500	114,6	2,2	0,1	116,9
Summa	1,482	0,142	0,037	1,661	0,940	0,723	0,020	1,683	—	—	—	—
Abgezogener Sauerstoff für Chlor . . .	0,030	0,017	0,001	0,048	—	0,041	0,0002	0,041	—	—	—	—
Mineralstoffe in Summa . .	1,452	9,125	0,036	1,613	0,940	0,682	0,020	1,642	58,3	42,2	1,2	101,7
Körperzuschuß .	—	—	—	0,029	—	—	—	—	—	—	—	1,7

Für die Beziehungen zwischen dem Futter und den festen und flüssigen Ausscheidungen bei verschiedenen Tieren giebt Dr. E. Wolff[1]) unter Zugrundelegung der Resultate neuerer Fütterungsversuche folgende jedoch nur annähernd zutreffende Zahlen an. Von 100 Teilen der im Futter enthaltenen Substanz wurden gefunden:

	Trockensubstanz im			Organische Substanz im		Stickstoff im		Mineralsubstanz im	
	Kot	Harn	Gesamtmenge	Kot	Harn	Kot	Harn	Kot	Harn
Kuh	38,0	5,5	43,5	39,5	4,0	47,5	31,0	53,9	43,1
Ochse	44,0	6,5	50,5	42,5	4,4	33,9	54,8	64,6	34,3
Hammel . . .	42,6	5,0	47,6	41,0	2,0	46,7	42,3	57,9	41,0
Pferd	46,7	6,0	52,7	44,1	3,3	32,4	60,7	79,5	20,0
Mittel	41,8	5,8	48,6	41,8	3,4	40,1	47,2	64,0	34,6

b. Das Streumaterial.

Das Streumaterial soll nicht nur den Tieren ein trockenes und warmes Lager gewähren, sondern auch die vollständige Gewinnung von Kot und Harn ermöglichen und die Zersetzung des Düngers regeln. Durch die Wahl des Streumateriales kann durch Verminderung oder Erhöhung des Stickstoffgehaltes eine Verzögerung oder Beschleunigung der Düngerzersetzung erreicht werden. Nebenbei wird der Wert des Düngers durch den Aschengehalt des Streumateriales erhöht.

Den Anforderungen an ein gutes Streumaterial entsprechen am meisten die Stroharten. Am häufigsten wird das Wintergetreidestroh, seltener wegen des

[1]) Dr. E. Wolff, Praktische Düngerlehre. 9. Aufl. Berlin 1883. S. 69—70.

größeren Futterwertes das Gersten- und Haferstroh zur Einstreu verwendet. Die Menge der Stroheinstreu beträgt gewöhnlich $^1/_3$ der Trockensubstanz des Futters. Das Stroh nimmt nicht nur in seinen Höhlungen die Jauche sicher auf, sondern hält dieselbe auch von außen durch Adhäsion fest und trägt durch seine Beschaffenheit wesentlich zur Festhaltung der festen Exkremente bei. Durch die Beimischung des Strohes, einem Material mit geringem Stickstoffgehalt, wird die Zersetzung der Düngermasse verlangsamt.

In Schweden wird zuweilen das Kurzstroh direkt in Mist, d. h. in einen guten Kompostdünger umgewandelt, indem man es 2 m hoch aufschichtet und mit Wasser befeuchtet, in welchem Rapskuchen aufgelöst sind. Desgleichen läßt sich das Stroh mit Latrine und Erde kompostartig zu Dünger verarbeiten.

Fehlt Stroh, so verwendet man als Surrogate verschlämmtes oder verdorbenes Heu, schlecht eingebrachtes befallenes Erbsen-, Pferdebohnenstroh, Maisstengel, Kartoffelkraut, Schilf, Binsen, Teichgras &c., an Meeresküsten die oft in großen Quantitäten von dem Meere ausgeworfenen Massen von Blasentang (Fucus versiculōsus L.) und sich langsamer zersetzendem Seegras oder Wasserriemen (Zostēra marīna L.). Alle genannten Streumaterialien sind jedoch von geringerer Brauchbarkeit als das Stroh.

Dasselbe gilt von dem Streumaterial, welches der Wald liefert, von der Hack- oder Schneidelstreu (kurz gehacktes Kiefern- oder Fichtenreisig), der Laub- und Nadelstreu (den dürren abgefallenen Blättern der Laub- und Nadelholzbäume) und der Waldstreu (dem zusammengerechten Überzug des Waldbodens wie Moos, Heide &c.). Mitunter verwendet man auch den Abfall von Brettsägen, die Sägespäne, als Einstreu. Der Wert dieser Streusurrogate steht in keinem Verhältnis zu dem Nachteile, welcher dem Walde durch die Entnahme der Streu zugefügt wird. Wenn auch die Aufsaugung des Harns durch die Nadel- und Laubstreu selbst größer als bei den Stroharten ist, so ist doch die Festhaltung der festen Exkremente eine ungenügende. Die genannten Streumaterialien sind fast durchgängig arm an Pflanzennährstoffen. Die dem Walde entnommenen Streumaterialien sind überdies meist schwer zersetzbar. Am meisten Wert haben dieselben noch für bindige Thonböden, welche durch die Beimengung von Waldstreu gelockert werden.

Den vorteilhaftesten Ersatz für Stroh bildet die Erde und die Torfstreu.[1]) Erstere ist um so geeigneter zur Einstreu je humoser sie ist und je größere wasserfassende Kraft und Absorptionsfähigkeit sie besitzt. Ein Hindernis für ihre Verwendung bildet ihr großes Gewicht, welches die Transportkosten des Düngers erhöht. Letztere wird aus Faser- oder Moostorf durch Zerreißen in fingerlange Fasern, Absieben des sich bildenden Torfpulvers (Torfmüll) und Pressen in Ballen von 100 kg Gewicht (Preis 3—3,60 *M.*) hergestellt. Die Torfstreu ist ausgezeichnet durch großes Aufsaugungsvermögen für die Jauche und die Fähigkeit Ammoniakdämpfe zu binden, sie eignet sich daher besonders für Pferdeställe.

Als Bedarf an Streusurrogaten rechnet man von der Teichstreu das Doppelte, von der Laubstreu das 7fache, von der Hackstreu das 8fache, von der Erdstreu jedoch das 10—12fache des Gewichtes der erforderlichen Stroheinstreu, während von der Torfstreu bei halb so großem Volumen etwa $1^1/_2$ mal weniger als von Stroh erforderlich ist.

---

[1]) H. von Mendel, Die Torfstreu, ihre Herstellung und Verwendung. Bremen 1882.

Über die Jaucheaufnahme einer Mehrzahl von Streumaterialien, leider ohne Einbeziehung der festen Exkremente, geben die Untersuchungen von Dr. J. Breitenlohner (Zentralbl. f. d. ges. Landeskultur. Prag 1868 u. 1869) bemerkenswerten Aufschluß.

1000 Gewichtsteile nehmen Jauche auf		Gleiche Volumen Streu nehmen Jauche auf (Föhre = 100)		Konzentration der abgegossenen Jauche gegenüber der aufgegossenen mit einem Spez.-Gew. von 1,0187.	
Föhrenreisig	250	Föhrenreisig . . .	100	Erde	− 0,0059
Fichtenreisig	357	Fichtenreisig . . .	150	Torf	− 0,0010
Erde	550	Roggenstroh . . .	461	Gerberlohe . . .	+ 0,0012
Gerberlohe	2 150	Bohnenstroh . . .	598	Sägespäne . . .	+ 0,0018
Roggenstroh	3 000	Erde	626	Roggenstroh . . .	+ 0,0023
Waldstreu	3 083	Waldstreu	731	Waldstreu	+ 0,0026
Bohnenstroh	3 300	Sägespäne	790	Fichtenreisig . . .	+ 0,0026
Sägespäne	3 571	Gerberlohe . . .	826	Föhrenreisig . . .	+ 0,0027
Laubstreu	4 330	Torf	925	Laubstreu	+ 0,0040
Torf	4 483	Laubstreu	1 038	Bohnenstreu . . .	+ 0,0052

Bei gleichen Gewichtsteilen nehmen durch Kapillarität: Torf und durch Flächenadhäsion: Laub am meisten, Reisig am wenigsten Jauche auf, Roggenstroh steht in der Mitte der Extreme. Erde und Torf (am meisten die Erde) wirken dabei absorbierend auf die Jauche, während alle andern Materialien am auffallendsten das Bohnenstroh ausgelaugt werden.

c. Die Stallmistarten.

1. Der Rindviehmist. Unter den gewöhnlichen Wirtschaftsverhältnissen giebt das Rindvieh die größten Massen von Stallmist. Bei der mannigfaltigen und oft wechselnden Ernährung des Rindviehes mit Trockenfutter, Grünfutter, Wurzelwerk, Abfällen technischer Gewerbe &c. ändert sich naturgemäß die Beschaffenheit, besonders der Wassergehalt des Rindviehdüngers bedeutend. Gewöhnlich nehmen die Milchkühe bei Winterfütterung auf 1 kg Trockensubstanz im Futter und dem Tränkwasser 4 kg Wasser, bei Grünfütterung selbst bis zu 6 kg Wasser auf. Von dieser Wassermenge werden jedoch für die Milchsekretion und die Ausscheidung durch Lunge und Haut 1—2 kg in Anspruch genommen, erst der Rest geht in den Dünger. Jungvieh und im Erhaltungsfutter stehende Ochsen nehmen etwas weniger, etwa 3—4 kg Wasser auf 1 kg Trockensubstanz auf, dafür geht dasselbe vollständiger bis zu 4/5 in den Dünger über. Der Rindviehstallmist enthält daher 20—30 Prozent Trockensubstanz und 70—80 Prozent Wasser. (Siehe Tabelle auf S. 151). Wegen des großen Wassergehaltes geht die Fäulniß und Verwesung des Rindviehdüngers nur langsam vor sich; in Haufen gesetzt erwärmt er sich langsam. Seine Wärmekapazität ist eine hohe, man bezeichnet ihn daher als kalten Dünger. Infolge seiner Eigenschaften kann er auf einmal in großen Mengen angewendet werden. Die langsame Zersetzung desselben ist Ursache, daß seine Wirkung auf das Pflanzenwachstum durch längere Zeit 3—4 Jahre anhält. Am geeignetsten ist derselbe für Bodenarten von geringer Wärmekapazität, z. B. für Sand und für humusarme Bodenarten. Für wenig thätige Bodenarten empfiehlt sich eine rascher wirkende Düngerart.

Die Wärmekapazität der Düngerarten beträgt nach Untersuchungen von Dr. H. Platter (Annal. d. pr. Landw. Mtsbl. Berlin 1870. S. 52) bei:

	Wärmekapazität der bei 100° getr. Substanz	Wassergehalt der frischen Substanz	Wärmekapazität der frischen Substanz
Pferdekot	0,4129	75,84	0,8581
Rindviehkot.	0,4803	82,21	0,9076
Schafkot	0,4442	58,42	0,7689
Ziegenkot	0,4649	57,38	0,7720
Schweinekot	0,4347	82,48	0,9010

Für die Schätzung der Düngermenge, welche von dem Rindvieh gewonnen werden kann, dient als ungefährer Anhaltspunkt die Angabe des jährlichen Düngererzeugnisses von einem Stück Vieh. Für eine Kuh von 350—400 kg Lebendgewicht werden bei Stallfütterung 100 mctr Stallmist angenommen. Bei schwererem Vieh, guter Düngerbehandlung, reichlicher Streu entsprechend mehr, 120—150 mctr. Weidekühe, Jungvieh, Arbeitsochsen geben jedoch wesentlich weniger Dünger.

Genauer läßt sich die Quantität von Stallmist aus der Menge des verabreichten Futters und der Einstreu berechnen. Nach den S. 155 mitgeteilten ungefähren Durchschnittswerten geben 100 kg Trockensubstanz im Futter (Kuh 43,5, Ochse 50,5) nahezu 50 kg Trockensubstanz im Dünger. Dazu kommt noch die Trockensubstanz, welche durch das Streustroh in den Dünger gelangt und die gewöhnlich $^1/_4$—$^1/_3$ der Futtertrockensubstanz beträgt.

Es geben daher 100 kg Futtertrockensubstanz
50 kg T. s. in den Exkrementen
$^1/_4$ Streu 25 kg T. s.

Zusammen 75 kg T. s. Rindviehmist = 300 kg frischen Mist mit 75 Prozent Wasser.

Um zu einem allgemeinen Ausdrucke zu gelangen, setzen wir die Trockensubstanz des Futters = F, jene des Streustrohes = S = $\frac{F}{4}$, die gewonnene frische Düngermenge = D. Es ist daher nach obenstehendem

$$D = 4\left(\frac{F}{2} + S\right) = 4\left(\frac{F}{2} + \frac{F}{4}\right) = 3\,F$$

d. h. die bei einer Streumenge von $^1/_4$ der Futtertrockensubstanz zu gewärtigende frische Düngermenge ist gleich der dreifachen Trockensubstanz des Futters.

Enthält die an 1 Stück Großvieh à 5 mctr Lebendgewicht täglich verabreichte Futtermenge 1,25 kg Trockensubstanz, so werden nach dem Vorstehenden bei 3,12 kg Streustroh durch dasselbe 9,37 kg trockener oder 37,5 frischer Dünger, jährlich 34,21 trockener oder 136,87 mctr frischer Dünger produziert. Bleibt das Verhältnis der verfütterten Trockensubstanz zu dem Lebendgewichte der Tiere durchschnittlich gleich, so läßt sich unmittelbar nach dem Lebendgewichte die zu erwartende Düngermenge berechnen, indem man die Anzahl kg Lebendgewicht mit 0,075 um die tägliche, oder mit 27 multipliziert, um die jährliche Düngermenge im frischen Zustande zu erhalten. Dieser Faktor ändert sich jedoch mit der Menge von Futter und Einstreu.

Die durch Rechnung gefundenen Düngermengen werden in Wirklichkeit durch mancherlei Verluste vermindert, welche um so größer werden, je länger der Dünger

auf der Düngerstätte liegen bleibt. Ebenso wird bei Weide- und Arbeitsvieh ein beträchtlicher Teil der Düngermenge in Abzug zu bringen sein.

Die Qualität des Stallmistes kann durch Summierung der in dem verfütterten Futter und dem Streumaterial enthaltenen Pflanzennährstoffe unter Berücksichtigung der durch die Milch- und Fleischproduktion der Düngerwirtschaft entzogenen Mineralsubstanzen bestimmt werden. Zu diesem Zwecke dient die Tabelle auf Seite 149. Bei dieser Berechnung bleiben jedoch die bei der Düngergewinnung eintretenden Verluste außer Betracht. Den sichersten Aufschluß über den Gehalt des Düngers kann daher nur die chemische Analyse geben.

2. Der Schafmist. Die Schafe erhalten mit der täglichen Futterration einschließlich des Tränkwassers auf je 1 kg Trockensubstanz kaum mehr als 2 kg Wasser. Der von den Schafen abfallende Dünger besitzt daher eine trocknere Beschaffenheit als der Rindviehdünger; sein Wassergehalt schwankt zwischen 64 bis 66 %. Aus diesem Grunde und wegen der feineren Verteilung der Holzfaser und der sonstigen unverdaut gebliebenen Futterbestandteile in den Schafexkrementen bedürfen dieselben zu ihrer Aufsammlung geringerer Mengen von Streumaterialien. Gewöhnlich reicht eine Streumenge von ⅙ — ¼ der Trockensubstanz des Futters vollkommen aus. Die Zersetzung des Schafdüngers, welcher einen mehr als doppelt so hohen Stickstoffgehalt als der Rindsdünger besitzt, erfolgt sehr schnell. Die bei der Zersetzung frei werdende Wärme beschleunigt wieder rückwirkend die Zersetzung. Der Aschengehalt des Schafdüngers (s. Tabelle auf S. 151) ist bei gleichen Gewichtsmengen höher, als jener des Rindviehdüngers. Wegen der geringen Wärmekapazität des hitzigen Schafdüngers eignet sich derselbe besonders im verrotteten Zustande, besonders für Bodenarten von hoher Wärmekapazität, wie z. B. für Thon- und humusreiche Boden. Für Getreide und Kartoffeln eignen sich größere Mengen Schafdünger weniger gut, da im ersteren Falle durch den höheren Stickstoffgehalt die Bildung von Lagerfrucht begünstigt, im letzteren Falle der Geschmack und der Stärkemehlgehalt beeinträchtigt wird.

In Betreff der zu gewinnenden Mengen von Schafdünger gelten dieselben Anhaltspunkte, wie sie für den Rindviehmist angegeben wurden. Je (s. S. 155) 100 Gewichtsteile Trockensubstanz des Futters geben

	47,6 Gwt. T. s. im Dünger,
dazu etwas über ⅕ Streustroh	22,4 Gwt. T. s.
Zusammen	70,0 Gwt. trockenen = 200 Gwt. frischen Schafdünger mit 65% Wasser.

Auf gleiche Trockensubstanz wie im Rindviehdünger bezogen, stellt sich die Düngerverwertung des Futters bei Schafen und Rindvieh nahezu gleich hoch heraus. Das jährliche Düngererzeugnis für 1 Stück kann zu 6—8 metr angenommen werden. Der Multiplikationsfaktor für die jährliche Düngermenge nach dem Lebendgewicht beträgt 22.

3. Der Pferdemist. Der Pferdemist ist wegen der trockenen Fütterung der Pferde, der geringeren Streumenge (⅕—¼ der Futtertrockensubstanz) und der konzentrierten Beschaffenheit des Pferdeharns ein trockener und hitziger Dünger. Die Zersetzung des lockeren Pferdedüngers erfolgt noch viel rascher als jene des Schafmistes, weshalb sich Verluste an wertvollen Zersetzungsprodukten nur schwer hintanhalten lassen. Seine Zusammensetzung ist bei der gleichmäßigeren Fütterung

der Pferde mit Hafer, Heu, Stroh und Wasser am wenigsten wechselnd unter allen Düngerarten. Der Pferdemist hat im trockenen Zustande die geringste Wärmekapazität. Er eignet sich daher am besten für kalte Bodenarten, d. h. für Bodenarten mit großer Wärmekapazität, wie für thonige oder feuchte, humusreiche Böden. Im leichten, sandigen Boden wird er zu rasch zersetzt, um eine anhaltende Wirksamkeit zu äußern. In den meisten Fällen wird der Pferdemist am zweckmäßigsten gemischt mit Rindvieh- und Schweinemist verwendet, da ohnehin seine geringere Menge, welche noch durch den Verlust auf der Straße vermindert wird, eine separate Behandlung untunlich macht. Bei den größeren Verlusten, welche der Pferdemist durch seine leichtere Zersetzbarkeit erleidet und bei dem Umstande, als das Pferd in der Regel den Tag über nicht im Stalle ist, kann die jährliche Mistproduktion pro Stück nur auf 60—85 mctr angenommen werden. Der Multiplikationsfaktor nach dem Lebendgewicht beträgt bei Arbeitspferden 15.

4. Der Schweinemist. Der Schweinemist ist meistens ein sehr wässeriger und stickstoffarmer Dünger, dessen Wert bei der wechselnden Ernährung der Schweine den größten Schwankungen unterliegt. Den höchsten Wert besitzen die von dem Mastschweine abfallenden Düngermassen, welche in ihrer Wirkung dem Rindviehmist nahestehen. Die hohe Wärmekapazität macht den Schweinemist für warme, hitzige Sandböden geeignet. Die jährliche Düngerproduktion beträgt pro Stück etwa 13—25 mctr. Der Multiplikationsfaktor ist 30.

d. Die Düngerbehandlung.

Als allgemeiner Grundsatz für die Düngerbehandlung hat zu gelten, daß der Dünger nach Möglichkeit vor jedem Verlust bewahrt werde. Die Verluste betreffen entweder die festen Stoffe, welche durch Verstreuen der Düngermassen, oder die flüßigen Stoffe, welche durch Abfließen des Harns und der in demselben gelösten Substanzen, oder die flüchtigen Stoffe, welche durch Entweichung der Zersetzungsprodukte verloren gehen können. Es kann denselben nur durch die sorgsamste Sammlung aller Auswurfsstoffe, durch die Anwendung eines geeigneten Streumateriales und durch eine rationelle Düngerbehandlung vorgebeugt werden.

Die geringsten Verluste treten dann ein, wenn der Dünger, sofern es die wirtschaftlichen und klimatischen Verhältnisse zulassen, gleich vom Stalle weg in frischem Zustande auf das Feld geschafft und dort allsogleich untergepflügt oder wenigstens gleich flach ausgebreitet wird. Die sämtlichen Zersetzungsprodukte des Düngers können in diesem Falle von dem Boden absorbiert werden. Die freiwerdende Wärme, die bei der Zersetzung des Stallmistes sich bildende Kohlensäure, das Ammoniak können unverkürzt die Lösung und Aufschließung der Mineralstoffe des Bodens befördern. Durch die allmähliche Zersetzung des Düngers bleiben schließlich im Boden Hohlräume zurück, durch welche derselbe gelockert wird. Die Verwendung des frischen Düngers ist daher besonders für thonige Bodenarten, im rauhen und feuchten Klima am Platze. Um die Verteilung des frischen Stallmistes einigermaßen zu erleichtern, wird man möglichst kurze Streu zur Aufsammlung benutzen.

Der allgemeinen Verwendung des frischen Stalldüngers stehen jedoch wirtschaftliche Verhältnisse entgegen, weshalb das Liegenlassen des Düngers durch 2—3 Monate oder länger im Stalle oder auf einem dazu vorbereiteten Platze,

der Düngerstätte, das gewöhnlichere Verfahren ist. Durch dasselbe soll nicht nur der ursprüngliche Gehalt des Düngers an Pflanzennährstoffen erhalten, sondern unter Umständen durch verschiedene Zusätze noch vermehrt und besonders die Löslichkeit der Nährstoffe erhöht werden. Nächstdem soll die Vermengung der Einstreu mit den Exkrementen und dem Harn durch die eintretende Verrottung der organischen Substanzen eine gleichmäßigere und innigere werden, damit späterhin der Dünger leichter auf dem Felde verteilt werden kann.

Die Düngerbehandlung im Stalle und auf der Düngerstätte stützt sich auf die Kenntnis der Veränderungen, welche der Stallmist bei längerem Liegen erleidet. Durch das Liegen an der Luft gehen die Bestandteile des Düngers allmählich in Fäulnis und Verwesung über. Die Fäulnis, welche durch in der Luft befindliche Keime organischer Natur (Spaltpilze) angeregt wird, kann in der Hauptsache als ein Reduktionsprozeß angesehen werden, während der nebenher verlaufende Verwesungsprozeß in einer langsamen Oxydation besteht. Damit die durch die Keime und den Sauerstoff der Luft eingeleitete Zersetzung regelmäßig fortschreite, ist vor allem ein gewisser Feuchtigkeitsgrad und eine gewisse Wärmemenge erforderlich. Bei einem Mangel an Feuchtigkeit, welcher sich durch Schimmelvegetation bemerkbar macht, geht die Fäulnis zu rasch vor sich, als daß alle im Wasser löslichen Zersetzungsprodukte von der ungenügenden Wassermenge aufgenommen werden könnten; dieselben gehen daher bei ihrer Flüchtigkeit für den Dünger verloren. Ein Übermaß von Wasser verzögert dagegen die Zersetzung. Die gewöhnliche Lufttemperatur reicht hin, um den Zerfall der Stoffe zu unterhalten, da die Fäulnis und Verwesung ohnehin mit einer lebhaften Wärmeentwickelung verbunden sind. Im Winter erleidet jedoch der Zersetzungsprozeß durch die Abkühlung eine teilweise Unterbrechung. Dieselbe kann hintangehalten werden, wenn man den Dünger in möglichst großen Haufen aufsetzt, um die frei werdende Wärme zusammenzuhalten.

Die Veränderungen in den einzelnen Stadien der Zersetzung sind bisher nicht näher bekannt. Soviel steht jedoch fest, daß von den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Düngers am leichtesten jene des Urins, und zwar am frühesten der Harnstoff, die Harnfarbstoffe und dann die Hippursäure zur Umsetzung gelangen. Langsamer erfolgt der Zerfall der stickstoffhaltigen Körper der festen Exkremente und am schwierigsten der Zerfall der stickstoffhaltigen Substanz des Strohes. Überhaupt steht die Schnelligkeit des Fäulnisverlaufes im Verhältnis zum Stickstoffgehalt des Düngers. Reichliche, holzige Streu, wie Sägespäne, verlangsamen daher die Zersetzung.

Die Endprodukte des Zerfalles der stickstoffhaltigen organischen Substanz sind neben Wasser und zwar als Fäulnisprodukte: Schwefelwasserstoff, Ammoniak und dessen Salze, besonders doppelt kohlensaures Ammoniak und als Verwesungsprodukte: Kohlensäure, Salpetersäure und Schwefelsäure. Ein kleiner Teil des Stickstoffes entweicht nach den Untersuchungen von J. Reiset (Comptes rendus. T. 42. S. 43—59) u. A. selbst als ungebundener freier Stickstoff.

Aus den stickstofffreien, organischen Bestandteilen der Düngersubstanz, der Cellulose, der Stärke, dem Fett rc. bilden sich unter Einwirkung der Fäulnis erregenden Faktoren neben flüchtigen Kohlenwasserstoffen, verschiedene Humuskörper, welche die schwarze Farbe des verrotteten Stallmistes bedingen, während durch den Verwesungsprozeß Wasser und Kohlensäure frei werden.

Die Veränderungen der organischen Düngersubstanz bedingen wieder die Lösung der Mineralstoffe, unter gleichzeitiger Bildung von Humussäure, Kohlensäure und Ammoniaksalzen.

Der Stallmist wird demnach durch das Entweichen von Wasser, Kohlensäure, Kohlen- und Schwefelwasserstoff und Ammoniak, sofern nichts zur Bindung dieser flüchtigen Substanzen vorgekehrt wird, kohlenstoff-, wasserstoff-, sauerstoff-, schwefel- und stickstoffärmer. Gleichzeitig tritt mit dem Vorschreiten der Zersetzung der organischen Substanz und durch die Wasserverdunstung, welche durch die bei der Fäulnis des Mistes frei werdende Wärme befördert wird, sowohl eine Verminderung des Volumens als auch des Gewichtes des Düngers ein. Die Abnahme an Gewicht und Volumen wird nach Ablauf von 2—3 Monaten, während welcher Zeit der Dünger zu einer gleichmäßigen, mürben Masse zusammenfault, durchschnittlich zu 16—20 Prozent oder zu $^1/_6$—$^1/_5$ vom Gewichte und Volumen des frischen Düngers angenommen. Bleibt der Dünger noch längere Zeit liegen, so verliert er, bis er eine speckige Beschaffenheit annimmt, 30—40 Prozent. In dem Verhältnis, als der Dünger an Masse verliert, erhöht sich seine Trockensubstanz, weshalb der verrottete Dünger prozentisch reicher an Pflanzennährstoffen wird und zwar sowohl an unveränderlich bleibenden Mineralsubstanzen, als auch bei sachgemäßer Behandlung an Stickstoff. Gleichzeitig wird er immer ärmer an organischer Substanz. Diesen Veränderungen in der Menge und Beschaffenheit des Düngers muß daher Rechnung getragen werden, wenn man die aus dem Futter und der Streu berechnete Düngermenge auf jene reduzieren will, welche in mürbem oder speckigem Zustande auf das Feld geführt wird.

Um die wertvollen Bestandteile des Düngers, besonders den Stickstoff und die Mineralsalze, vor der Verflüchtigung und dem Auswaschen zu schützen, müssen gewisse Zusätze zum Stallmist gegeben werden, welche die durch die Zersetzung frei werdenden flüchtigen Stoffe binden, oder in nicht flüchtige Verbindungen überführen. Um das flüchtige Ammoniak und das ebenso flüchtige kohlensaure Ammoniak festzuhalten, bestreut oder durchschichtet man den Dünger mit thon- oder humusreicher Erde oder mit humusbildenden Stoffen, wie Torfabfälle u. dgl., welche jene flüchtigen Verbindungen absorbieren. Ein ebenso wirksames, wie einfaches Mittel besteht in dem steten Feuchthalten der Düngermassen, durch welches die Lösung des Ammoniaks und seiner Salze herbeigeführt wird. Gleich zweckmäßig ist es, die flüchtigen Ammoniakverbindungen in das minderflüchtige, schwefelsaure Ammoniak umzuwandeln und zwar durch Zusatz von Gips (schwefelsaurem Kalk), Kainit, schwefelsaurer Kali-Magnesia (täglich 0,2 kg pro Stück Großvieh), Superphosphatgips und Phosphatgips (Rückstände der Superphosphatfabrikation aus Koprolithen, täglich 1—1,5 kg pro Stück Großvieh), Eisenvitriol, Alaunabfälle, seltener von Schwefelsäure 2c. Durch Bestreuen des feuchten Düngers mit Gips wird eine Umsetzung desselben mit dem kohlensauren Ammoniak in kohlensauren Kalk und in das minderflüchtige, schwefelsaure Ammoniak herbeigeführt. Überdies besitzt der Gips den Vorteil, daß er die Zersetzung der organischen Substanz verlangsamt und der Bildung von freiem Stickstoff[1]) bei der

[1]) J. König und J. Kiesow, Über den Verlust an freiem Stickstoff bei der Fäulnis stickstoffhaltiger organischer Stoffe und die Mittel, ihm vorzubeugen. Landw. Jahrbücher 2. Bd. Berlin 1873. S. 107.

Zersetzung des Stallmistes vorbeugt. Der Gips ist daher das einfachste und billigste Mittel, um sowohl im Stall, als auch auf der Düngerstätte den Verlust an Stickstoff hintanzuhalten. Es reichen von demselben 1, höchstens 2 Prozente oder 1—1,5 kg täglich pro Stück Großvieh vollkommen hin, um die erwünschte Wirkung zu erzielen. Nächst diesen die Düngersubstanz konservierenden Zusätzen, giebt man zuweilen Beimengungen von phosphorsaurem Kalk in verschiedenen Formen, Straßenkehricht, Kohlenasche, Brauabfälle 2c., um den Gehalt des Düngers an Pflanzennährstoffen zu vermehren. Damit wird die Stalldüngerbereitung zur Kompostdüngerbereitung.

Die spezielle **Bereitung** des Düngers betrifft die Behandlung desselben 1. im Stall, 2. auf der Düngerstätte und 3. auf dem Feld.

Vom Standpunkt der Düngerbereitung unterliegt es keinem Zweifel, daß das **Liegenlassen des Düngers im Stall** unter den Füßen der frei sich bewegenden, daher nicht angebundenen Tiere den meisten Vorteil bietet. Bei dieser Art der Düngerbereitung, welche für die Schafe die gewöhnliche, jedoch auch für andere Tiergattungen, besonders für Rindjungvieh, auch für Kühe empfohlen wird, kann die Jauche vollständiger von dem Streumaterial aufgesaugt werden, und die Mischung der Streu mit den flüssigen und festen Ausscheidungen durch das beständige Hin- und Herlaufen der Tiere viel inniger und gleichmäßiger erfolgen. Gleichzeitig wird die Düngermasse festgetreten, von der Luft abgeschlossen und damit ihre Zersetzung verlangsamt. Wegen der gleichmäßigeren Temperatur im Stall und des Schutzes gegen Sonne und Wind kann die Zersetzung viel gleichmäßiger verlaufen. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus ist zu beachten, daß die Düngerbereitung wesentlich erleichtert wird, da der Dünger unmittelbar aus dem Stall ausgeführt werden kann. Der Bau der Düngerstätte wird erspart, dafür muß jedoch der Stall, um das Aufschichten des Düngers zu ermöglichen, eine größere Höhe als gewöhnlich erhalten und mit beweglichen Futterraufen eingerichtet werden. Die Reinlichkeit ist jedoch, besonders bei Grünfütterung schwieriger zu erhalten, weshalb eine größere Menge von Streu erforderlich ist, welche, wie bei dem täglichen Ausmisten, 2—3mal aufgelegt werden muß. Der größte Nachteil liegt jedoch in der Verschlechterung der Luft durch die Vermehrung ihres Kohlensäure- und, sofern nicht Gips eingestreut wird, auch ihres Ammoniakgehaltes.

Nach den Untersuchungen von Dr. Vollrath (Ann. d. Landw. 1873. Nr. 4) enthielten in einem Pferdestall 1 000 ccm Luft bei:

	permanenter Streu	periodischer Streu
Wasser	21,58 ccm	13,109 ccm
Kohlensäure . . .	4,91 „	2,715 „
Ammoniak	0,11 „	0,092 „

Die gewöhnlichste Art der Düngerbereitung ist jene auf der **Düngerstätte**, auf welche der Mist täglich unter möglichster Vermeidung von Verlusten durch Verstreuen der Massen mit Tragbahren, Schiebtruhen oder noch besser auf Eisenbahnen mit schmalem Geleise aus dem Stall gebracht wird. Die Düngerstätte hat den Zweck, die gleichförmige Mengung der flüssigen und festen tierischen Ausscheidungen mit dem Streumaterial zu erleichtern, und zu ermöglichen, daß der Verlauf der Düngerzersetzung, welcher zur möglichsten Hintanhaltung von Verlusten langsam und gleichmäßig stattfinden soll, geregelt werden kann. Um diesen Zweck erreichen zu können, verdient die **Anlage** der Düngerstätte besondere Aufmerksamkeit.

Die Düngerstätte, Fig. 81, soll an einem vor dem Wind und der Sonne geschützten Ort, am zweckmäßigsten an der Nordseite des Stalles angelegt werden, um den Dünger vor dem schnellen Austrocknen an der Oberfläche zu behüten und um gleichzeitig den Transport des Düngers vom Stall zur Stätte zu erleichtern. Die unmittelbare Besonnung wird zuweilen durch eine Bedachung der Dungstätte verhindert. Billiger und nahezu mit demselben Erfolg läßt sich jedoch diese Absicht durch Umpflanzung der Stätte mit schnellwachsenden Pappelbäumen (Populus nigra, canescens und canadensis eignen sich dazu am besten) erreichen. Zur Abhaltung des von außen zufließenden Tagwassers zieht man um den Dungplatz kleine Ablaufgräben, sofern dieser nicht ohnehin durch erhöhte Lage geschützt ist. Die höchstens bis auf 0,5 m muldenförmig vertiefte, oder etwas gewölbte Sohle der Düngerstätte soll möglichst undurchlassend hergestellt werden, um das Einsickern der Jauche, des wertvollsten Teiles des Düngers, zu verhindern. Gewöhnlich stampft man die Sohle mit einer Lettenschichte aus, auf welche dann ein billiges Steinpflaster gelegt wird. Die Sohlenfläche erhält nach einer oder zwei Richtungen eine sanfte Neigung zu der am tiefsten Punkt der Düngerstätte, gleichfalls wasserdicht, anzulegenden Jauchegrube. Bei größeren Düngerstätten legt man mehrere Abteilungen mit zweckmäßig verteilten Jauchegruben an, um verschieden alten Dünger gesondert behandeln zu können. Damit die unteren Partien des Düngerhaufens von der durchsickernden Jauche in ihrer Zersetzung nicht allzusehr aufgehalten werden, sorgt man durch eine um den ganzen Düngerplatz gezogene Jaucherinne, welche in die Jauchegrube einmündet, für den Abzug der sich anstauenden Jauche. Die vom Stall durch einen bedeckten Kanal abziehende Jauche wird entweder in die gemeinschaftliche, oder noch zweckmäßiger, in eine besondere Jauchegrube geleitet, von wo sie mit einer Pumpe oder durch Ausschöpfen mit Eimern oder Handschöpfern über den Düngerhaufen gespritzt oder durch hölzerne, auf Holzböcke gelegte, durchlöcherte Rinnen ausgebreitet werden kann. Am wenigsten Reparatur verursachen die hölzernen Jauchepumpen (Preis 30—40 *M.*, 15—20 fl.), dagegen ist ihre Dauerhaftigkeit geringer. Eiserne Ventilpumpen mit Spritzschläuchen sind kostspieliger (Preis 130 *M.*, 65 fl.) und erfordern des Einrostens wegen vielfache Ausbesserung; zweckmäßiger sind Kugelventilpumpen (Fauler's Patentpumpe, Noël's Universalpumpe mit 16 m Wurfhöhe 252 *M.*, 126 fl.) oder Kettenpumpen.

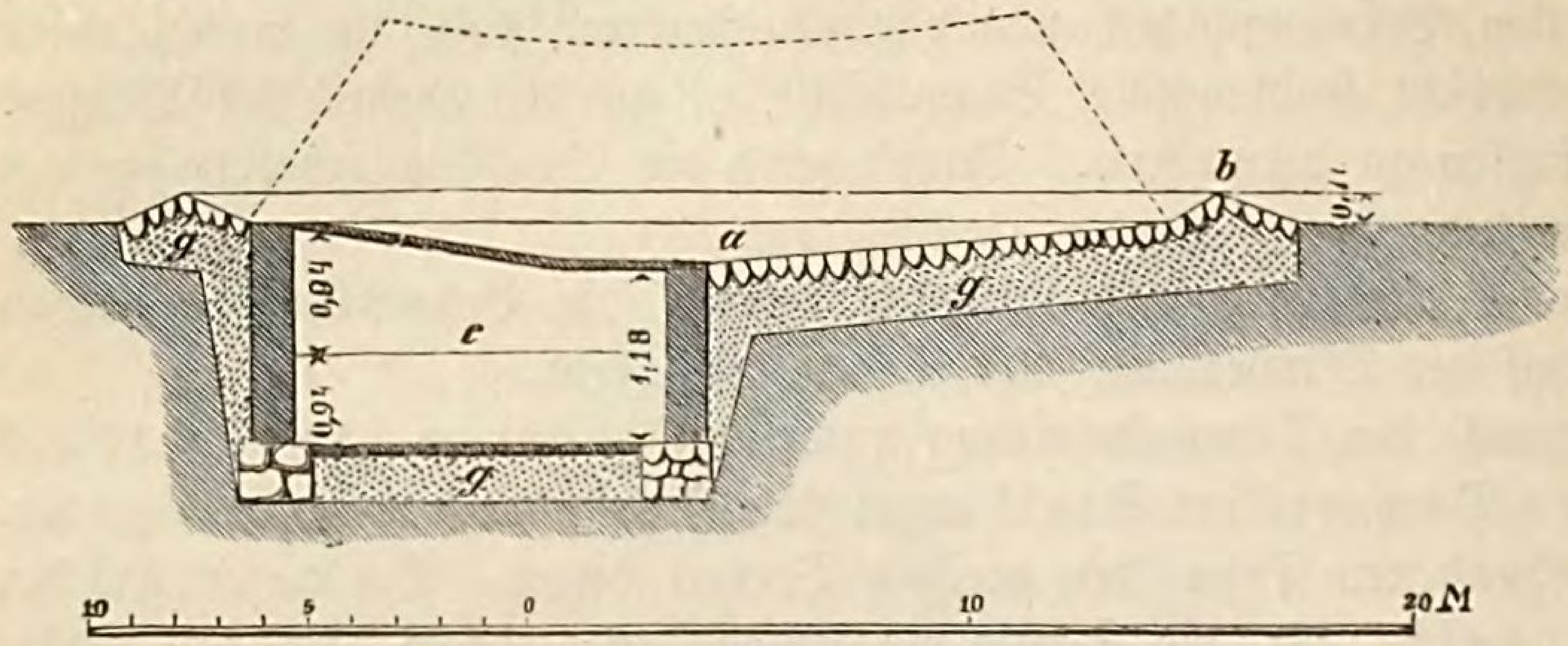


Fig. 81. Durchschnitt einer Düngerstätte von 12,55 m Länge, 6,27 m Breite und 0,31 m Gefälle von allen Seiten nach der Mitte. — a Sohlenpflaster, b 16 cm hoher gepflasterter Damm, c Jauchegrube von 2,51 m lichter Länge und 0,94 m lichter Breite, g 0,31 m starke Thonschicht. Fassung bei 1,4 m Lagerungshöhe und 10,67 m zu 4,39 m ebener Ausdehnung 87,92 cbm Dünger.

Fauler's Patentpumpe, Fig. 82, besteht aus Röhren von grauem Gußeisen, welche

innen und außen mit einem warm aufgetragenen Theeranstrich versehen sind. Im Pumpengehäuse befinden sich zwei Halbkugelventile, welche auf starken Gummiringen ruhen. Dieselben schließen und öffnen sich wechselweise, wenn im Seitenrohr der an einer hölzernen Stange befestigte Kolben aus unbearbeitetem Gußeisen bis auf 80 cm Höhe hin- und herbewegt wird. Der Kolben erhält seine Dichtung durch die zu pumpende Flüssigkeit selbst. Das 60 mm weite, in der Wandung 4 mm dicke Steigrohr kann durch luftdicht einzusetzende Rohre bis auf 8 m verlängert werden. Nach gethaner Arbeit wird die Flüssigkeit aus dem Steigrohr durch ein unten am Gehäuse befindliches Ablaßventil

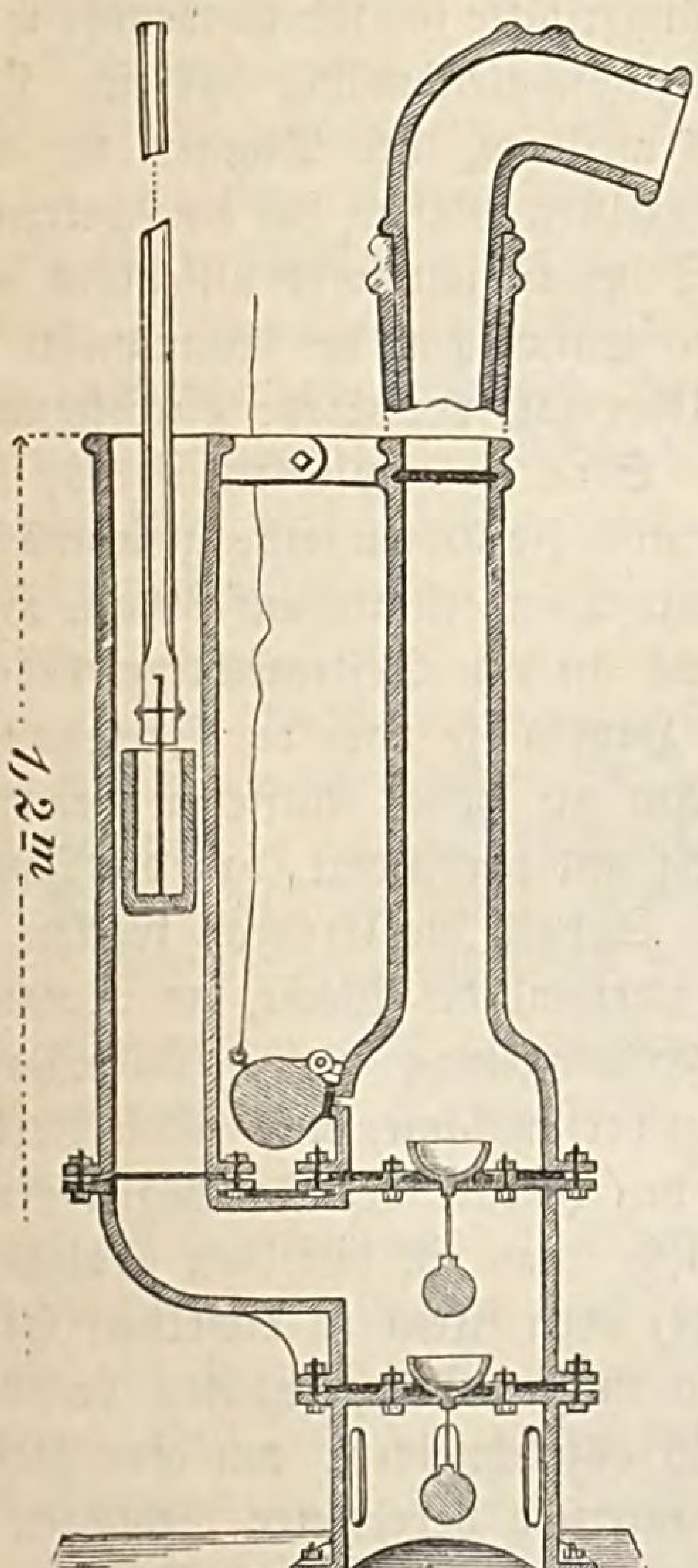


Fig. 82. Fauler's Patentpumpe. — Gewicht 35 bis 40 kg, Preis bis 4 m Höhe 30—40 M.

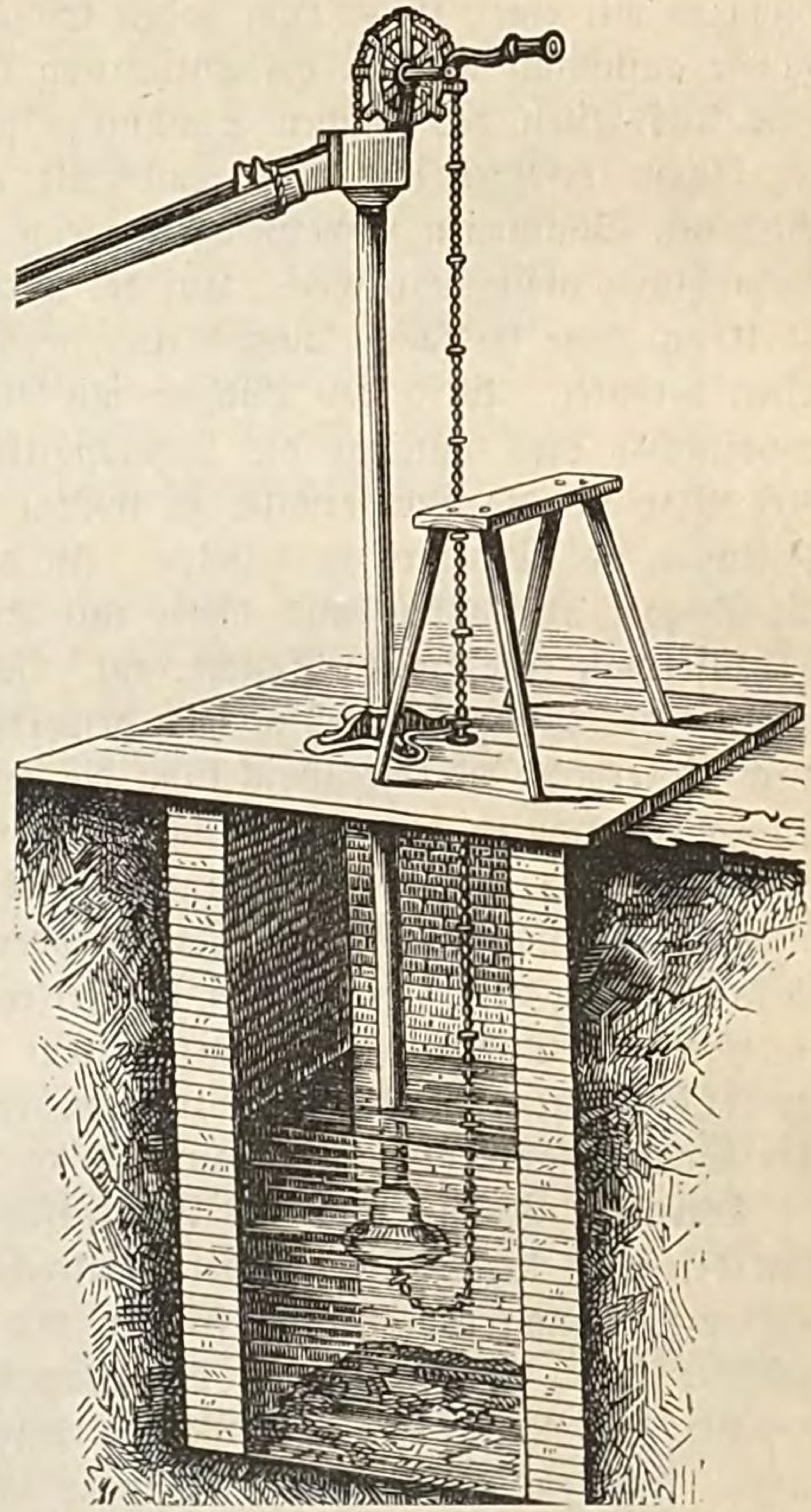


Fig. 83. Kettenpumpe von H. F. Eckert—Berlin. — Preis 3,5 m lang, 98 kg schwer 65 M.

entleert, welches mit einer zur Seite der Pumpenstange befindlichen Schnur geöffnet werden kann. Die Leistung der Pumpe beträgt 100 l pro Minute. Gleich wie Fauler's Pumpe vermag auch die Kettenpumpe von H. F. Eckert—Berlin, Fig. 83, selbst noch bei dickflüssiger, brockiger Jauche zu funktionieren. Mit einer Kettenpumpe mit 6 cm weitem Rohr und 4 m Hubhöhe kann ein Mann 5 600 l pro Stunde heben.

Die Größe der Düngerstätte richtet sich nach der Anzahl der Tiere, der Menge des Futters und des Streumaterials, nach der Höhe der Aufschichtung und nach der Zeit, während welcher der Dünger auf der Stätte liegen bleibt. Ein

Stück Großvieh produziert täglich (S. 158) 37,5 kg frischen Dünger. Soll derselbe 100 Tage auf der Düngerstätte liegen bleiben, so ist eine Menge von 3 750 kg aufzubewahren. Wiegt 1 cbm Dünger 600 kg und soll der Dünger 1,5 m hoch aufgeschichtet werden, so ist für 1 Stück Großvieh eine Sohlenfläche von (3 750:600:1,5) 4,1 qm erforderlich, was ungefähr dem Stallraum gleichkommt. An Raum in der Jauchegrube ist für 1 Stück Großvieh 0,3—0,5 cbm zu rechnen. Bei 1,5 m Tiefe genügt als Grundfläche $^1/_{30}$ der Fläche der Düngerstätte.

Ist die Düngerstätte hergerichtet, so wird dieselbe vor dem Auflegen des Düngers mit einer 15—20 cm hohen Erdschichte bedeckt, welche die durchsickernde Jauche aufnimmt und bei der Entleerung der Düngerstätte für sich verwendet wird. Das Ausbreiten des frischen Stallmistes soll möglichst gleichmäßig auf eine Höhe von 30 cm erfolgen und zwar empfiehlt es sich meistens, den Dünger der verschiedenen Stallungen zu vermengen, wenn die einzelnen Massen für eine getrennte Behandlung nicht ausreichen. Auf die unterste Düngerschicht wird allsogleich eine 6—10 cm hohe Erdschicht ausgebreitet, welche das Entweichen des Ammoniak am besten verhütet. Wird der Dünger mit einem Übermaß von Erde durchschichtet, so vermehrt dies unnötig die Transportkosten. Sehr zu empfehlen ist es, das Vieh öfter auf die Düngerstätte zu treiben, um durch Festtreten eine gleichmäßige Zersetzung des Düngers zu erzielen. Ist die ganze Düngerstätte auf 30 cm Höhe mit Dünger überfahren und dieser mit Erde auch an den Seitenwänden bedeckt, so häuft man eine zweite Schichte auf, bis der Haufen je nach der Zersetzungsfähigkeit des Düngers 1—2 m hoch geworden. Ein zu hohes Aufsetzen befördert durch die erhöhte Wärmeentwickelung die Zersetzung und verhindert, daß die Jauche den ganzen Haufen bis zum Grund durchdringt. Sobald die Erddecke trocken erscheint, wird der Dünger im Winter gewöhnlich zweimal die Woche, im Sommer mindestens einmal täglich mit Jauche oder in Ermangelung dieser, mit Wasser übergossen, um durch Feuchthalten die Zersetzung zu verlangsamen und jeden Verlust an flüchtigen Substanzen hintanzuhalten. Um den Inhalt der Jauchegrube und der Jaucherinnen vor Verlusten zu bewahren, gießt man in dieselben Salzsäure oder Schwefelsäure (1—1,5 kg auf 100 kg Jauche) oden streut in dieselben Gips.

Wird der Dünger auf das Feld geführt, so ist der Düngerhaufen bei dem Aufladen nicht lagenweise, sondern senkrecht herab abzuschneiden, um eine gleichmäßige Mengung der obersten frischen mit den untersten verrotteten Schichten zu erzielen. Nach dem Vollladen des Wagens ist zur Vermeidung der Düngerverstreuung die Masse mit einer Patsche festzudrücken; die Wagenräder sind auszuputzen. Auf dem **Feld** wird der Dünger entweder am Rand in großen, gleich mit Erde zu bedeckenden Haufen aufgesetzt, wenn der Zutritt in das Feld im Winter oder wegen der noch stehenden Frucht oder der Aufweichung des Bodens durch Nässe nicht möglich ist, oder in kleine, reihenweise gestellte Häufchen abgezogen, die jedoch sofort flach und möglichst gleichmäßig ausgebreitet werden sollen.

Soll z. B. ein Hektar mit 250 mctr Stallmist gedüngt werden und wiegt eine Fuhre z. B. 10 mctr, so sind für ein Hektar 25 Fuhren notwendig. Werden von einem Wagen 10 Häufchen à 1 mctr abgezogen, so entfallen auf 40 qm ein Häufchen. Werden die Häufchen in 10 m von einander entfernten Reihen abgeladen, so kommt auf je 4 m ein Häufchen à 1 mctr, oder auf 1 qm 2,5 kg Stallmist.

Läßt man die Häufchen nur einige Tage ungebreitet stehen, so werden nicht nur

durch die vermehrte Oberfläche die Zersetzung des Düngers und die Verflüchtigung der wertvollsten Stoffe befördert, sondern auch die Stellen, auf welchen sich die Häufchen befinden, durch Auslaugen übermäßig mit Pflanzennährstoffen versehen und damit ein üppiges Wachstum der Pflanzen befördert, die Veranlassung zur Bildung sog. Geilstellen gegeben. Ist es nicht möglich, den Dünger gleich unterzupflügen, so wird jedem Verlust vorgebeugt, wenn der Dünger allsogleich ausgebreitet wird, indem dann die weitere Zersetzung aufhört und der Dünger bei etwaigen Niederschlägen gleichmäßig ausgelaugt wird. Die gelösten Stoffe gelangen dann gleichmäßiger als selbst beim Unterpflügen in den Boden.

Am ausgiebigsten wird die physikalische Wirksamkeit des Düngers, besonders sein Vermögen, einen bindigen, kalten Boden zu lockern und zu erwärmen, erreicht, wenn er gleich nach dem Breiten in den Boden gebracht wird. Damit bei dem Unterpflügen des Düngers derselbe vollkommen mit Erde bedeckt wird, läßt man lange, strohige Dünger oder große Düngermengen in die geöffnete Furche mit der Mistgabel, Fig. 84, einstreifen. Die Unterbringung wird in einem trockenen, lockeren Boden und in einem warmen Klima tiefer ausgeführt werden müssen, als unter gegenteiligen Verhältnissen, wenn der Dünger die nötige Feuchtigkeit zu seiner Zersetzung im Boden finden soll.



Fig. 84. Amerikanische 4zinkige Düngergabel. — Zinkenlänge 32 cm, Stiellänge mit D-Griff 80 cm, Gewicht 1,25 kg Preis bei A. Pollak — Wien, IV. Waagg. 5, 2,10 bis 2,25 fl.

Die Leistung einer Person bei der Düngerarbeit beträgt pro Tag: Dünger laden 9—12 zweispännige Fuhren à 1—1,3 cbm oder 5—8 mctr, Dünger breiten (50 Fuhren pro ha) 0,17—0,25 ha, Dünger einstreifen 0,40—0,50 ha. — In England benutzt man auf einigen königlichen Farmen zum Breiten des Stallmistes eine Maschine (Patent Pamphilon), welche an den Düngerwagen angehängt wird.

Bei reihen- oder platzweiser Stellung der Pflanzen werden, besonders geringere Düngermengen am vorteilhaftesten ausgenutzt, wenn der Dünger an derselben Stelle, wo die Pflanzen stehen, durch die sog. **Stufendüngung** in den Boden gebracht wird. Die Stufendüngung kann entweder nach dem Pflug, oder nach dem Häufelpflug, im Kleinen auch mit der Handhacke ausgeführt werden. In ersterem Fall legt man mit der Hand den Dünger streifen- oder stellenweise in jede 2. oder 3. Furche. Verwendet man den Häufelpflug, so legt man den Dünger zwischen die Kämme und bedeckt ihn durch Spalten der Kämme mit Erde. Bei Kartoffeln 2c. kann die Stufendüngung auch im Frühjahre auf das schon im Winter mäßig gedüngte Feld ausgeführt werden.

Fehlt im Herbst vor der Saat die Zeit oder die nötige Mistmenge, so können dem Boden noch nachträglich im Frühjahre durch Ausbreiten von Stallmist auf die jungen Pflanzen, durch die sogenannte **Kopfdüngung** Pflanzennährstoffe zugeführt werden. Die Wirkung des Überdüngens ist jedoch nur eine vorübergehende, weshalb die Kopfdüngung nur zur Aufhilfe schlecht über den Winter gekommener Saaten oder zur Düngung von Wiesen und mehrjährigen Kleeschlägen verwendet werden soll.

Ein im westlichen Deutschland und in England übliches Düngungsverfahren ist das **Pferchen** oder **Horden**, bei welchem das Weidevieh, meistens Schafe, durch transportable Zäune oder Netze über Nacht zusammengehalten wird, um

das eingezäunte Feldstück unmittelbar zu bedüngen. Ist das Feldstück durch ein oder zwei Nächte, je nach der beabsichtigten Größe der Düngung, gepfercht, so wird streifenweise ein neues Feldstück mit den Schafen betrieben. Durch diese Düngungsweise wird nicht nur die ganze Düngerbehandlung, sondern auch die Ausfuhr und das Ausbreiten auf dem Felde erspart, gegenüber welcher Ersparung die Abnutzung der Zäune kaum in Betracht kommt. Es läßt sich jedoch nur in milden klimatischen Verhältnissen oder mit abgehärteten Schafen ausführen. Die Stärke und Wirkung der Pferchdüngung richtet sich nach der Anzahl und Ernährung der Schafe und nach der Dauer der Pferchdüngung. Als gute Pferchdüngung wird angenommen, wenn 12000 Schafe pro ha in je 24 Stunden 12—14 Stunden im Pferch verweilen, als schwache, wenn auf 1 ha nur 9000 Schafe kommen. Im ersteren Fall wird die von einem Schaf abfallende Düngermenge auf 0,84 qm, im letzteren auf 1,11 qm verteilt.

Die Wirkung des in den Boden gebrachten Stallmistes ist eine zweifache; er versieht den Boden mit Pflanzennährstoffen im assimilierbaren Zustande und verbessert die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Nachdem der Stallmist aus den in der Wirtschaft selbst gebauten Futterstoffen hervorgeht, so reicht derselbe allein nicht aus, um alle aus der Wirtschaft entnommenen Nährstoffe zu ersetzen, wenn nicht durch eine Wiesenzulage oder durch Futter- und Düngerzukauf Ersatz für die in den verkauften Früchten enthaltenen Mineralstoffe geboten wird. Von den zur Verwendung gelangenden Düngermitteln ist er jedoch, neben dem Abtrittsdünger, allein im Stande, dem Boden alle Nährstoffe, wenn auch nicht in demselben Verhältnis, wie sie dem Boden entnommen werden, so doch in ausreichender Menge und im assimilierbaren Zustande zu geben.

Vergleicht man den frischen mit dem verrotteten Mist, so ergiebt sich, daß im Letzteren die Nährstoffe im aufnahmsfähigeren Zustande sich befinden. Dabei ist aber zu beachten, daß der, aus einer gewissen Menge frischen Stallmistes entstehende verrottete Mist durch Verluste bei der Aufbewahrung nährstoffärmer wurde, wenn auch bei gleichen Mengen der letztere einen höheren Gehalt von Pflanzennährstoffen aufzuweisen hat. Im verrotteten Mist ist besonders eine Verringerung der organischen Substanz (S. 161) eingetreten, in Folge dessen derselbe von geringerer physikalischer Wirkung ist. Durch den frischen Dünger wird der Boden humusreicher und somit lockerer, wärmer und trockener. Der frische Dünger wird daher auf einem kalten, bindigen Boden zur größten Wirkung gelangen. Der verrottete Stalldünger ist dagegen auf Sandboden und auf Bodenarten zu verwenden, welche durch Kultur schon in einen günstigen, garen Zustand gebracht worden sind.

Die Wirkung des Stallmistes ist ferner von der Stärke der Düngung abhängig. Unter 150 metr oder 25 zweispännige Fuhren à 6 metr pro ha, wird man nicht leicht herabgehen können, da sich so geringe Mengen nur schwierig, am leichtesten noch durch Stufendüngung verteilen lassen. Man bezeichnet eine Düngung pro ha von

150—200	metr	oder	25— 34	Fuhren	als	schwach,
200—300	„	„	34— 50	„	„	gewöhnlich,
300—400	„	„	50— 67	„	„	stark,
400—600	„	„	67—100	„	„	sehr stark.

Über die Dauer der Düngerwirkung und innerhalb der Dauer über die Wirkung in den einzelnen Jahren lassen sich nur Schätzungen anführen. Für einen gebundenen, wenig thätigen Boden, in einem kalten, feuchten Klima ist die Düngung auf einmal stärker zu geben, da die Zersetzung im Boden nur langsam vor sich geht, weshalb auch die Wirkung des Düngers 4—5 Jahre anhalten wird. Unter entgegengesetzten Verhältnissen in einem trockenen, warmen Klima und für einen lockeren Sandboden ist schwächer und öfter zu düngen, da die Wirkung nicht so lange, oft nur 2—3 Jahre vorhält. In Betreff der Verteilung der Düngerwirkung auf die einzelnen Jahre schätzt man, daß auf das 1. Jahr 50 %, auf das 2. Jahr 25 %, auf das 3. Jahr 10 % und auf das 4. Jahr 5 % der Gesamtdüngerwirkung entfällt.

2. Die Jauche und die flüssige Düngung.

Die Jauche, Mistjauche, Gauche oder Gülle (Pfuhl, Aadl ꝛc.) ist jene wertvolle Flüssigkeit, welche durch den Düngerhaufen filtriert und in der Jauchegrube aufgefangen wird. Dieselbe enthält nicht nur die Mineralsalze des Harns, sondern auch jene, welche aus den festen tierischen Ausscheidungen bei dem Durchsickern gelöst werden. Ihr Wert ist sehr verschieden, je nach der Verdünnung, welche sie durch Regenwasser erfährt und je nachdem durch Zusätze dem Stickstoffverlust vorgebeugt wurde. Ihr Gehalt an festen Stoffen ist verhältnismäßig gering, derselbe beträgt im Mittel 1,8 %. Diese Trockensubstanz besteht jedoch mehr als zur Hälfte aus Mineralsalzen und nahezu zu 1/8 aus Stickstoff. Die Asche besteht wieder nahezu zur Hälfte aus Kali, während Phosphorsäure und die übrigen Aschenbestandteile nur in geringeren Mengen vorkommen. Ist die sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen, daß auch die menschlichen Exkremente unmittelbar in die Jauchegrube gelangen, so wird der Wert der Jauche noch erhöht. Vor der Verwendung muß jedoch der Schlamm, der sich durch die Exkremente und Zusätze zur Bindung des Stickstoffes gebildet hat, aufgerührt und dann mit der Jauche ausgeführt werden. Die Menge von Jauche, welche man pro 1 000 kg Lebendgewicht bei Sommerstallfütterung von Rindvieh erhält, beträgt nach Heiden 16,2 kg.

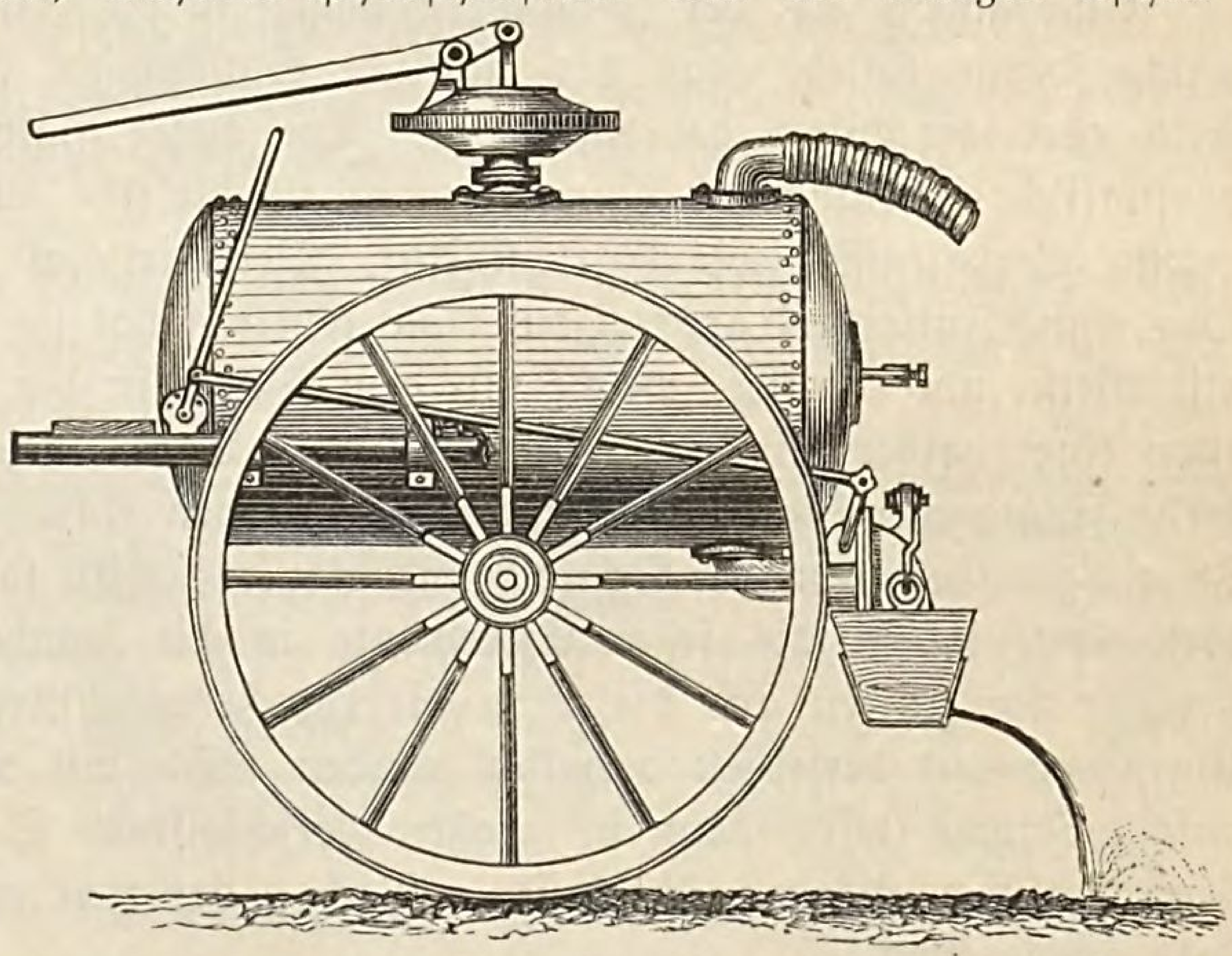


Fig. 85. Zweiräderiger Jauchekarren von R. Wolf in Buckau-Magdeburg — Leergewicht 500 kg, mit 600 l Füllung 1100 kg, Preis mit 4 m Spiralsaugschlauch 600 ℳ.

Die Jauche wird sowohl zum Feuchthalten der Dünger- und Komposthaufen, als auch direkt zum Düngen der Felder verwendet. Zum Hinausführen auf das Feld bedient man sich hölzerner oder zweckmäßiger eiserner Jauchekarren.

Die Jauchekarren werden häufig mit einer Pumpe oder wie bei dem Jauchekarren von Wolf, Fig. 85, mit einer einfachen Luftpumpe zum Auffüllen der Jauche versehen. Für ein Pferd erhält der Kasten des Karrens einen Fassungsraum von 600 l. Der rückwärts angebrachte pendelnde Verteilungskasten ist mit Löchern versehen, welche durch einen Schieber leicht gereinigt werden können; einfache Löcher würden sich bald verstopfen.

Sehr einfache Vorrichtungen sind die Jaucheverteiler von Kühn, Linke und Fauler, Fig. 86, dieselben bewirken durch zungenförmige oder windschiefe Flächen die Verteilung der gegen dieselbe aus dem Faß ausströmenden Jauche auf etwa 2 m Breite.

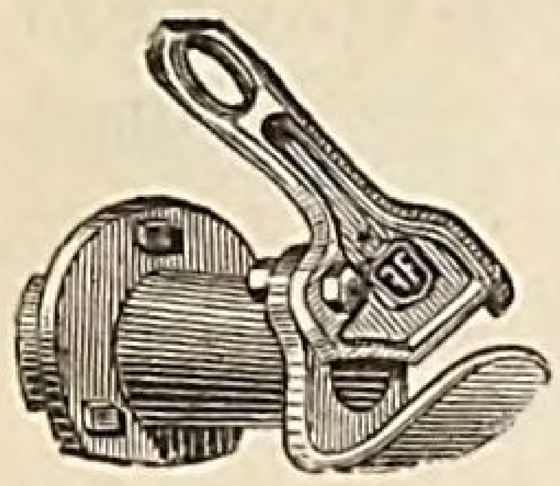


Fig. 86. Fauler's Jaucheverteiler für den Boden des Fasses von Gebr. Kappe & Co. — Alfeld — Preis 8,50 *M.*

Wird die Jauche auf ein unbebautes oder feuchtes Feld geführt, so kann sie unmittelbar angewendet werden. Wird sie jedoch auf bestellte Felder ausgegossen, so muß sie vorher mit Wasser verdünnt werden, wenn die Pflanzen nicht beschädigt werden sollen. Am zweckmäßigsten verwendet man sie als Kopfdüngung auf Wiesen, Kleeschläge, für Futter und Getreidepflanzen, auch für Kartoffeln, Rüben, Raps. Die Menge, welche pro ha ausgegossen wird, beträgt 300—400 hl.

Wesentlich verbessert wird die Jauche durch Zusatz von leicht zersetzbaren Gesteinen wie Granit, Basalt, Feldspat &c., durch deren Zersetzungsprodukte der Gehalt der Jauche an Mineralsalzen vermehrt wird. Die angeführten Materialien werden unmittelbar in die Jauchegrube oder in eigene Behälter gegeben und unter öfterem Umrühren durch etwa 6 Monate der Zersetzung durch die Jauche ausgesetzt.

Eine andere Art der Jaucheverwendung ist die flüssige Düngung (Gülle), welche darin besteht, daß der sämtliche Stalldünger in flüssiger Form auf das Feld oder die Wiese gebracht wird. Bei dieser flüssigen Düngung entfällt die physikalische Wirkung des Düngers, weshalb dieselbe auf Lehmböden und nur für gewisse Verhältnisse, wie Gartenkultur, Kleinwirtschaft, oder für überwiegendes Gras- und Futterland angezeigt ist; auf letzteren hat sie auch für die Neubesamung mit Weiß- und Rotklee, welche mit dem Futter in den Dünger gelangen, hohen, etwa einer halben Kleesaat gleichkommenden Wert. Die Erhöhung der Kosten bei dieser Düngerbereitung steht einer allgemeinen Anwendung derselben entgegen. In einigen Gegenden der Schweiz und Bayerns wird fast aller Dünger als Gülle verwendet, indem die festen Exkremente in die Jauche geworfen oder zur Ersparung von Streu aus dieser in die Jauche geschüttelt und durch wiederholtes Umrühren mit derselben vermischt werden. Die mit den festen Exkrementen gemischte Jauche wird dann in großen verschlossenen Sammelgruben einer 4 bis 6 wöchentlichen Gärung überlassen. Nach dieser Zeit wird sie als Gülle auf das Feld ausgegossen.

In etwas verschieden von der Schweizer Güllebereitung ist die von E. Chadwik und Mr. Kennedy in England versuchte Verwendung von flüssigem Dünger. Bei derselben werden sämtliche Stallauswürfe in einem Sammelbehälter mit der 2—4fachen Menge Wasser verdünnt und durch eiserne Röhrenleitungen oder mit Pumpwerken auf die zu düngende Feldfläche geleitet.

Litteratur: E. Hartstein, Fortschritte der englischen und schottischen Landwirtschaft. Bonn 1855; Die flüssige Düngung u. das italienische Raygras. Suppl. z. Vorig. Bonn 1859.

3. Der Abtrittsdünger.

Der Abtrittsdünger, Latrinendünger gelangt trotz seines hohen Wertes erst dann zur Anwendung, wenn die Landwirtschaft eine gewisse Höhe der Kultur erreicht hat. Von den europäischen Ländern verwenden nur Belgien, das südliche Frankreich, Elsaß, die Gartenwirtschaften in der Nähe der mitteldeutschen Städte ꝛc., von den außereuropäischen Ländern China und Japan auf die Sammlung und Benutzung der menschlichen Exkremente die größte Aufmerksamkeit. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in einer natürlichen Scheu gegen die Benutzung dieser Materialien und noch mehr in der Schwierigkeit, die Nehrungsstoffe auf eine billige Weise in einen transportfähigen Zustand zu bringen.

Die Mineralstoffe, welche in den für die Ernährung des Menschen bestimmten Materialien, wie Körner, Fleisch ꝛc. enthalten sind, werden aus der Wirtschaft ausgeführt, ohne ihren Weg wieder zurückzufinden, da sie in den Exkrementen meistens durch die Kanäle in die Flüsse und das Meer gelangen. Um diese Mengen wird der Boden, als ein Ganzes genommen, fortschreitend ärmer an Pflanzennährstoffen, wenn auch auf einzelnen Wirtschaften durch Zukauf von künstlichen Düngemitteln oder von Futter und Stalldünger der Vorrat von Pflanzennährstoffen im Boden auf Kosten anderer Wirtschaften erhalten oder selbst vermehrt wird. Dieser Verminderung an Bodennährstoffen ist nur durch die Verwendung der menschlichen Exkremente zur Düngung entgegen zu wirken. Bei vollständiger Sammlung der Nehrungsstoffe finden sich in denselben alle jene Stoffe wieder, welche in der Nahrung des Menschen enthalten waren, mit Ausnahme gewisser Prozente an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche durch die Lunge und Haut ausgeschieden wurden. Entsprechend der aufgenommenen Nahrung zeichnen sich daher die menschlichen Abfallstoffe besonders durch ihren Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure aus.

Nach den Angaben von E. Heiden (Die menschlichen Exkremente. Hannover 1881, S. 8) berechnet sich die Gesamtmenge der jährlich ausgeschiedenen Exkremente und ihrer wichtigsten Bestandteile in kg wie folgt:

	Frische Menge	Trockensubstanz	Organische Bestandteile	In vorstehenden Stickstoff	Asche	In vorstehender Phosphorsäure	In vorstehender Kali
Fäces	48,6	11,1	9,5	0,8	1,7	0,60	0,27
Harn	438,0	23,3	18,2	4,4	4,7	0,65	0,81
Zusammen	486,6	34,4	27,7	5,2	6,4	1,25	1,08

Das Volumen der jährlichen Gesamt-Ausleerungen beträgt 0,513 cbm à 960 kg.

In Städten wird die Sammlung und Fortschaffung der Exkremente entweder durch die Abfuhr (Tonnensystem und Senkgrubensystem), oder durch Spülung (Kanalisation, Schwemmsystem) bewerkstelligt.

Für kleine und mittlere Städte empfiehlt sich zur Abfuhr das Heidelberger Tonnensystem von Ed. Lipowsky. Die Fäkalien werden bei demselben in 80 cm hohen Eisenblechtonnen, welche etwa 1 hl Flüssigkeit halten und 50 kg wiegen, oder auch in neuerer Zeit in eisernen Tragbutten aufgesammelt. Die Verbindung der Tonne a, Fig. 87, mit dem Abtrittsrohr wird durch den Siphon e und durch das verschiebbare Röhrenstück f bewerkstelligt. Das mit Kohle gefüllte Röhrchen d dient als Sicherheitsventil, welches

ein Zuviel in den Eimer b ablaufen läßt. Der Tonnenabschluß für den Transport (s. c) wird durch einen mit Bügel und Schraube fest gehaltenen Holzdeckel erreicht. Eine Tonne dient für etwa 15 Personen. Für Kasernen ꝛc. verwendet man fahrbare Kästen oder größere fahrbare Tonnen. Für kleinere Städte eignet sich auch der Latrinen-, Reinigungs- und Fäkalien-Abfuhr-Apparat[1]) von Wm. Knaust — Wien (Gewicht 5 mctr, Preis 1 000 fl.), bei welchen die Fäkalien in ein eisernes Faß gesaugt werden, in welchem vorher durch eine Luftpumpe eine Luftverdünnung hergestellt wurde. Für größere Städte wird das System von Liernur (Differenzier-System) empfohlen, welches darin besteht, daß die sämtlichen von den Hauswässern getrennten Fallimente in einem eisernen Röhrennetz durch den Luftdruck in luftleer gemachte Bassins getrieben werden, von welchen sie, in Fässern gefüllt, zur unmittelbaren Verwendung gelangen oder der Poudrettefabrikation zugeführt werden können.

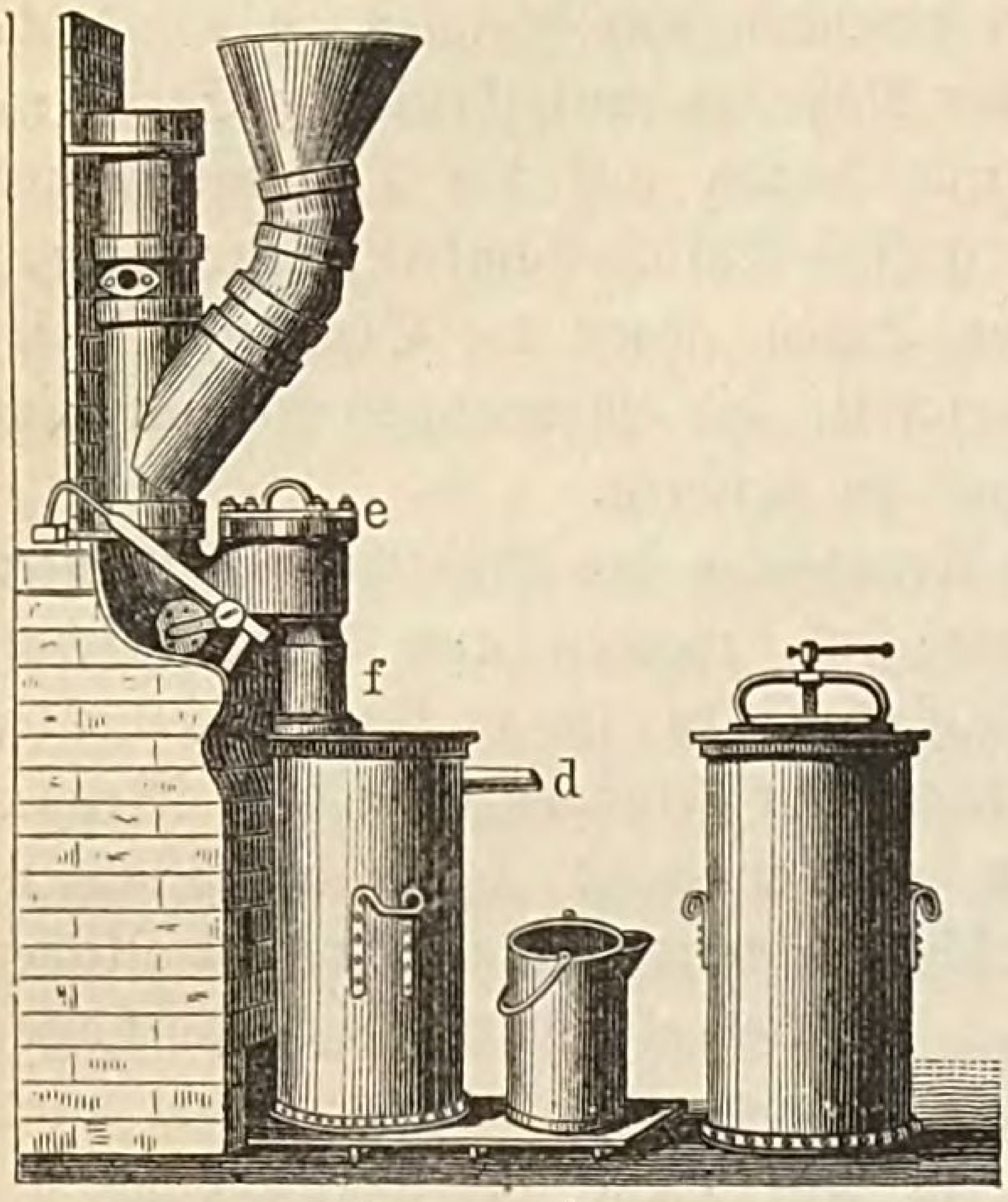


Fig. 87. Heidelberger Tonnensystem von Vereinigte Fabriken von Sanitätsgerätschaften — Heidelberg. — Preis einer eisernen Tragtonne c mit Deckel und Bügel, Fassungsraum 100 l, Gewicht leer 36 kg, gefüllt 138 kg, 46 ℳ, einer Tragbutte mit Deckel, Bügel und Tragriemen, 90 l, 36 ℳ.

Bei dem Schwemmsystem wird der Kloakeninhalt (sewage) durch Wasserspülung (0,18 — 0,2 cbm pro Kopf) in Flußläufe fortgeschafft oder zur Berieselung von Acker und Feldflächen[2]) verwendet oder aus demselben in Bassins durch Klärung und Ausfällung die festen Massen gewonnen. Zur Niederschlagung der wertvolleren Stoffe aus der Kloakenflüssigkeit werden angewendet: a. Thonerdephosphat, b. das Abc-Verfahren, bestehend im Zusatz von Alaun, Blut und Clay (Thon), c. ungelöschter Kalk und Thon, d. das Süvern'sche Verfahren, bestehend im Zusatz von Kalk, Steinkohlenteer und Chlormagnesium, e. das Lenk'sche Mittel, bestehend aus schwefelsaurer Thonerde und Alaun, f. der Whitthread-Prozeß, bestehend im Zusatz von Superphosphat und präzipitiertem phosphorsaurem Kalk bis zur sauren Reaktion, worauf das Gemenge mit Kalkmilch bis zur schwach alkalischen Reaktion niedergeschlagen wird.

Die Verwendung der menschlichen Exkremente erfolgt entweder im natürlichen Zustande, oder in Verbindung mit verschiedensten Zusätzen. Erstere einfachere Verwendungsart läßt sich jedoch nur auf dem Wirtschaftshof selbst oder in der Nähe kleinerer Ortschaften ausführen, indem man den Inhalt der Sammelbehälter unmittelbar auf das Feld schafft und dort allsogleich unterpflügt. Zur Aufsammlung empfiehlt es sich, auf dem Wirtschaftshof ꝛc. geeignete Räumlichkeiten herzurichten, in welchen die Nehrungsstoffe in leicht transportabelen Tonnen aufge-

---

[1]) Österr. landwirt. Wochenblatt. Wien 1877. S. 149.

[2]) Ad. Fegebeutel, Die Kanalwasser (Sewage) Bewässerung oder die flüssige Düngung der Felder im Gefolge der Kanalisation der Städte in England. Danzig 1870; G. H. Gerson, Die Feldberieselung mit städtischem Kloakenwasser mittelst transportabler Röhrenapparate. Berlin 1881.

fangen werden können. Diese Tonnen sollen nur so groß sein, daß sie alle Woche ein- bis zweimal ausgeleert werden müssen. Sind dieselben in Wohngebäuden angelegt, so ist dafür Sorge zu tragen, daß in dieselben nicht auch das Spülwasser gegossen wird.

Werden die Nahrungsstoffe auf Feldern, welche von dem Erzeugungsort entfernt sind, verwendet, so müssen sie vorher durch Zusätze konserviert und in einen transportfähigeren Zustand übergeführt werden.

In Belgien, welchem der billige Transport auf zahlreichen Wasserwegen zur Verfügung steht, verdünnt man die menschlichen Exkremente zur Konservierung mit Wasser. Um vor einer naheliegenden, zu weit gehenden Verdünnung des dortselbst als flandrischen Dünger (engrais flamand) verkauften Latrinendüngers geschützt zu sein, wird dessen Preis nach Areometergraden (Latrinenareometer von Lesecq) bestimmt. Die Verteilung des flandrischen Düngers auf die Felder, 6 bis 18 cbm pro ha, wird mit Jauchefässern ausgeführt. Mengen, welche nicht gleich zur Verwendung kommen, werden in zementierten Gruben in der Nähe der Felder aufbewahrt. Auf ähnliche Weise lassen sich die Fäkalmassen konservieren, wenn sie, wie schon S. 169 erwähnt, unmittelbar in die Jauchegrube gelangen.

Die größten Schwierigkeiten bei Verwendung der Fäkalmassen verursacht der große Wassergehalt, welcher daher zu vermindern ist, wenn dieselben in einen transportfähigen Zustand gebracht werden sollen. Die Verminderung des Wassergehaltes wurde auf die verschiedenste Weise angestrebt, ohne daß es bisher gelungen wäre, eine allen Anforderungen entsprechende Methode ausfindig zu machen. Bei den bekanntesten derartigen Methoden werden vorerst nach der Desinfizierung der Massen durch Eisenvitriol, Gips, Karbolsäure &c., die festen und flüssigen Ausleerungen gesondert gesammelt und entweder bloß die festen, oder auch die flüssigen Stoffe weiter verarbeitet. Letztere Methoden, welche sämtliche Fallimente der Landwirtschaft zu erhalten trachten, haben unstreitig den Vorzug. Die Verminderung des Wassers unter gleichzeitiger Konservierung der Massen erfolgt entweder unter Zusätzen von Ätzkalk (Mosselmann'sches System, animalisierter Kalk), welcher das Wasser bindet und die Zersetzung der frischen stickstoffhaltigen Substanzen hemmt, oder durch konservieren der Fäkalien mit Rauch, Auftrocknung in warmer Luft und Formung in Ziegel, unter Zusatz von Torf, Asche oder Erde (v. Podewils Verfahren), oder durch Einstreuen von Massen, welche die Feuchtigkeit auffaugen, wie trockene Erde (Moule'sches Erdsystem), Torf (Torfklosett) oder Kalk und Kohlenpulver (Müller Schür'sches System). Bei letzterem System wird der Harn durch Torferde, welcher saure schwefelsaure Magnesia zugesetzt ist, filtriert und die ablaufende Flüssigkeit weggeschüttet, während die Torferde als Dünger in Verwendung kommt. Zuweilen verwandelt man die festen menschlichen Exkremente in Streudünger, Poudrette, Urate, Taffo, künstlicher Guano genannt, indem man die Flüssigkeit durch Ablaufenlassen entfernt und die zurückgebliebene Masse auf Horden unter Schuppen trocknet, verkleinert und siebt. Von der Poudrette werden 5—7 metr pro ha verwendet.

Ein praktisches Verfahren zur Verwertung der menschlichen Exkremente besteht darin, daß man sie unter gleichzeitiger Desinfizierung mit Eisenvitriol in Gruben einfüllt und nach dem Absatz der festen Teile die oben auf befindliche Flüssigkeit mit dem Jauchefaß auf das Feld oder die Wiese führt. Der

schlammige Bodensatz wird entweder auf der Düngerstätte mit dem Stallmist vermengt, oder für sich mit Erde durchschichtet in einen sehr wertvollen Kompost verwandelt.

4. Der Kompostdünger.

Unter Kompost-, Menge- oder Streudünger versteht man jene Düngermassen, welche aus den mannigfaltigsten Wirtschafts-Abfällen, tierischen, vegetabilischen oder mineralischen Ursprunges bereitet werden. Der Kompost, dessen Wert in Folge der Verschiedenartigkeit der verwendeten Materialien sehr verschieden ausfällt, bietet eine wesentliche Unterstützung für die Düngerwirtschaft, da er gewöhnlich die wertvollsten Pflanzennährstoffe, wie Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und noch dazu, bei sachgemäßer Bereitung im aufnahmsfähigen Zustand enthält.

Den größten Wert für die Kompostbereitung besitzen die tierischen Abfälle einer Wirtschaft, die daher mit größter Sorgfalt zu sammeln sind. Gefallene Tiere lassen sich noch am besten durch die Kompostbereitung verwerten.

Nach dem Abziehen der Haut wird das Fleisch der gefallenen Tiere durch 2—3stündiges Kochen in mit Schwefelsäure angesäuertem Wasser (1 Teil Säure auf 20—25 Teile Wasser) von den Knochen abgetrennt und mit den Eingeweiden, dem Blut, der zerkleinerten Hornsubstanz, bestreut mit 3—5% Gips, auf den Komposthaufen gebracht. Der mit Erde bedeckte Komposthaufen wird dann mit der Fleischbrühe übergossen, von welcher vorher das als Dünger wertlose Fett abgeschöpft wurde. Die Knochen werden zerkleinert, wenn möglich gedämpft, oder 3—4 Stunden lang mit Wasser und Schwefelsäure (1 Teil Säure auf 10 Teile Wasser) gekocht und gleichfalls auf den Komposthaufen gegeben. Nach 4 bis 12 Monaten ist der Kompost verwendbar.

Außerdem können das Blut, die Knochen, Haare 2c. der geschlachteten Tiere, Hornspäne, Knochenabfälle, der stickstoffreiche Wollstaub, Lederabfälle, Abfälle der Leimfabriken, Gerbereien, kleinere Partien Stallmist, Geflügelmist, menschliche Exkremente zur Kompostbereitung verwendet werden.

Von Pflanzenabfällen sind für den Komposthaufen zu verwenden: Unkrautpflanzen in möglichst frischem Zustande, um ihre Zersetzung zu erleichtern, Scheunenabfälle, Unkrautgesäme, dessen Keimfähigkeit durch Übergießen mit siedendem Wasser vernichtet worden ist, Kartoffelkraut, Rückstände von Mieten und Kellern zur Aufbewahrung von Knollen und Wurzeln, Baumlaub, Abfälle der Flachsbereitung, Malzkehricht und sonstige Brauhausabfälle, verdorbene Ölkuchen, Sägespäne 2c.

Von mineralischen Stoffen eignen sich für die Kompostierung: der Inhalt der Straßengräben, Erde, Schlamm, Torf, Bauschutt, Holzasche, Ruß 2c.; den geringsten Wert besitzt Steinkohlenasche.

Überhaupt sind alle nur irgendwie zu erlangenden, einen Düngerwert besitzenden Materialien, wie z. B. Chausseeabraum, Kehricht aller Art, Küchenabfälle, sofern sie nicht verfüttert werden können, Spülwasser, Abfälle aus den Zuckerfabriken, Rübenabfälle und Erdkehricht aus der Rübenkammer, Preß- und Scheideschlamm, Melasse, Melasseschlempe, der Absatz aus den Schmutzwässern 2c., auf das sorgsamste zu sammeln und der Kompostierung zuzuführen.

Bei der Bereitung des Kompostes ist die Zersetzung schwer zerstörbarer Materialien durch Zusatz von Kalk, Bauschutt 2c. zu befördern und dem Verlust von gasförmigen Stoffen vorzubeugen. Zur Feuchthaltung und Erleichterung der

Zersetzung eignet sich ganz vorzüglich die Mistjauche, zu letzterem Zweck auch jene Erde, welche als Unterlage auf die Düngerstätte gegeben wurde. Die zu kompostierenden Materialien werden entweder gleich auf dem Feld selbst an einer schattigen Stelle, oder in der Nähe des Hofes, je nach ihrer Natur durchschichtet mit Erde und Kalk oder auch mit Stallmist, Knochenmehl ꝛc. in mäßig hohen (1—1,5 m) Haufen aufgesetzt und schließlich mit Erde bedeckt. Um eine gleichmäßige Zersetzung zu befördern, ist der Haufen mit Jauche oder Wasser stets feucht zu erhalten und, um eine innigere Mengung der verschiedenartigen Materialien zu erzielen, zeitweise umzustechen. Bei verschiedenen, zur Kompostierung verwendeten Stoffen ist es sehr zu empfehlen, mehrere Haufen zu bilden, welche dann gesondert behandelt werden können. Ist das Ganze nach Ablauf von ½—1 Jahr in eine gleichmäßige, mürbe Masse zerfallen, so ist der Kompost zur Verwendung geeignet.

Wegen der schnellen Wirkung verwendet man den Kompost entweder als Stufendüngung für wertvollere Pflanzen, oder als Kopfdüngung für Wiesen und Futterschläge; ebenso gut eignet er sich zur Düngung aller anderen Feldfrüchte. Die Verteilung auf dem Feld wird entweder mit einer Düngerstreumaschine, oder durch Abziehen der Fuhren in kleine Häufchen und nochmaliges Ausstreuen mit der Schaufel ausgeführt. Der ausgebreitete Kompost wird dann mit der Schleife oder mit der Egge untergebracht. Je nach der Natur der Materialien rechnet man pro ha 100—200 Fuhren Kompost à 6 mctr.

2. Die relativen Düngemittel.

Wird in einer Wirtschaft, welche Körner und Vieh ausführt, ohne Futter oder Dünger von auswärts zu beziehen nur der selbstproduzierte Stallmist zur Düngung verwendet, so liegt es nahe, daß nach und nach eine Verminderung des Stoffgehaltes besonders von Kali und Phosphorsäure eintreten muß, welche letztere mit den Körnern ꝛc. ausgeführt werden und daher nicht in den Stallmist übergehen. Diese Entwertung des selbst produzierten Stallmistes wird sich um so rascher fühlbar machen, je weniger Nährstoffe durch Verwitterung im Boden nachgeschafft werden können. In diesem Fall erweisen sich die relativen Düngemittel (konzentrierten, käuflichen, künstlichen, Handels- oder Hilfs-Düngemittel), welche nur einen oder einige Nährstoffe enthalten, als willkommene Unterstützung für die Stallmistdüngung Durch ihre Verwendung ist es möglich, dem Stalldünger wieder seine ursprüngliche Zusammensetzung zu geben.

Der Stallmist enthält alle Nährstoffe, während die konzentrierten Dünger nur einzelnene, wenn auch besonders wichtige Pflanzennährstoffe enthalten. Ihrer Natur nach können daher die konzentrierten Dünger niemals einen vollkommenen Ersatz für den Stallmist bieten. Überdies besitzt der Stallmist die oft unschätzbare Fähigkeit, den physikalischen Zustand des Bodens zu verbessern, während von den künstlichen Düngern, welche gewöhnlich im Verhältnis zur Bodenmasse in sehr geringen Mengen angewendet werden, in dieser Richtung kein Einfluß zu erwarten ist. Um so größeren Wert haben jedoch die konzentrierten Düngemittel als Hilfs- und Beidünger zum Stallmist, welcher nur allein als der Hauptdünger in der Landwirtschaft angesehen werden kann.

Bei der Anwendung der Hilfsdünger hat man sich vor allem die Gesetze der Pflanzenernährung gegenwärtig zu halten. Sind in einem Boden die einzelnen

Nährstoffe, eine ausreichende Menge derselben vorausgesetzt, in jenem Verhältnis zu einander vorhanden, wie sie von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden, so würde eine Düngung mit konzentrierten Düngemitteln, das heißt eine einseitige Vermehrung des einen oder anderen Pflanzennährstoffes, von keinem Einfluß auf die Erhöhung des Ernteertrages sein. Diese könnte erst dann eintreten, wenn auch die übrigen Nährstoffe in jenem Verhältnis, wie sie zum Wachstum der Pflanzen erforderlich sind, vermehrt werden. Ist anderseits das Nährstoffverhältnis im Boden oder die Konzentration der Bodenlösung durch den Anbau solcher Pflanzen, welche den Boden besonders an einem Nährstoff erschöpften, derart gestört, daß dieser Nährstoff nur in einem Minimum vorhanden ist, so wird die Zufuhr desselben durch konzentrierten Dünger von entschiedener Wirkung auf die Steigerung der Pflanzenerträge sein. In diesem Fall werden auch die übrigen, im Überfluß vorhandenen Nährstoffe, welche ohne jenen fehlenden nicht zur Ausnutzung gelangen können, zur Ernährung der Pflanzen herangezogen. Ein ähnlicher Fall tritt bei Körnerwirtschaften mit Wiesenzulage ein, welche für den Entgang von Kali und Phosphorsäure in den verkauften Körnern einen Ersatz durch Verfütterung des Wiesenheues zu geben suchen. Durch das Wiesenheu erhält der Boden des Ackerlandes, wenn vollständiger Ersatz gegeben werden soll, unvermeidlich gegenüber der Phosphorsäure einen Überschuß an Kali und Stickstoff. Dieser Überschuß wird nur dann ausgenutzt werden können, wenn durch Knochenmehl ꝛc. für eine Vermehrung der Phosphorsäure gesorgt wird. In diesem Fall werden daher die Ernteerträge durch Beidüngung von Phosphaten zu der Stallmistdüngung höher steigen, als wenn letztere nur allein angewendet wird.

In einem Boden, in welchem der eine oder andere Nährstoff im Minimum vorhanden ist, reicht daher eine Stallmistdüngung, welche in diesem Fall zu einer Luxusdüngung mit den übrigen Mineralstoffen führt, allein ohne Zuhilfenahme von künstlichen Düngemitteln nicht aus, um die höchsten Ernteerträge zu erzielen.

Öfters ist nur eine vorübergehende Erhöhung des einen oder andern Pflanzennährstoffes im Boden erwünscht, wie z. B. zur leichteren Durchführung des Überganges zu einer neuen Fruchtfolge, zur Sicherung des Anbaues einer bisher noch nicht kultivierten Pflanze, zur schnelleren Kulturbarmachung eines Neulandes, zur Aushilfe für schwache Saaten ꝛc. Auch in diesen Fällen werden die rasch wirkenden, wenn auch nur kurze Zeit, oft nur ein Jahr in ihrer Wirkung anhaltenden Hilfsdüngemittel erfolgreich anzuwenden sein.

Die besten Erfolge gewähren die künstlichen Düngemittel auf Böden von mittlerer Beschaffenheit; auf extrem schweren und auf leichten, sandigen Böden gelangen sie nicht zur vollen Wirkung. Die Wirksamkeit der Handelsdünger wird jedoch nicht allein vom Boden- und Düngungszustand, sondern auch von der Witterung und von dem Bedürfnis der verschiedenen Kulturpflanzen an einzelnen Nährstoffen beeinflußt.

Im allgemeinen wird eine große Regenhöhe mit Berücksichtigung der wasseranhaltenden Kraft des Bodens die Wirkung der Handelsdünger entschiedener hervortreten lassen. Eine geringe Regenmenge in der Vegetationszeit kann besonders dann, wenn sie mit einer höheren als die für den Ort geltenden, mittleren Luftwärme zusammenfällt, welche die Austrocknung des Bodens durch vermehrte Wasserverdunstung befördert, die Wirkung der Hilfsdünger auf die Steigerung des

Pflanzenertrages auf Null reduzieren und bei starker Phosphorsäure-Düngung ohne Kali und Stickstoff durch das Befördern des „Ausbrennens des Getreides selbst in das Gegenteil verkehren. Für die Herbstdüngung sind schwer lösliche, langsam zur Wirkung gelangende, für die Frühjahrsdüngung leicht lösliche, schnellwirkende Handelsdünger zu wählen.

Je nach dem Nährstoffbedarf der anzubauenden Pflanze kann im allgemeinen erwartet werden, daß von den gebräuchlichsten Hilfsdüngern günstig einwirken werden auf den Ertrag

der Cerealien und Ölgewächse: Knochenmehl, Peruguano, Kalksuperphosphat, Chilisalpeter;

der Wurzelgewächse: Superphosphate, Kalidünger;

der Hülsenfrüchte und Kleepflanzen: Gips, Asche, Kalisalze;

der Wiesenpflanzen: Kalisalze, Knochenmehl.

Zieht man jedoch in Erwägung, daß der Boden je nach seiner physikalischen und chemischen Natur, besonders aber der Witterungsverlauf vor und während der Vegetation in manchen Fällen ebenso einflußreich, in den meisten Fällen selbst noch viel einflußreicher auf das Ernteresultat sind, als die Düngung, so ergiebt sich von selbst, daß sich von vornherein nicht bestimmen läßt, ob die Anwendung eines konzentrierten Düngers für die örtlichen Verhältnisse von Erfolg sein wird. Hier kann nur allein der, zunächst im kleinen auszuführende, praktische Düngungsversuch entscheidende Anhaltspunkte gewähren, welche jedoch, wie schon S. 150 erwähnt, keine allgemeine Geltung besitzen, sondern sich nur auf den vorliegenden Zustand des Bodens und der Witterung beziehen.

Der Wert des vergleichenden Düngungsversuches hängt vornehmlich von der glücklichen Wahl des Versuchsfeldes ab. Die Dauer der Versuche soll sich mindestens auf drei Jahre erstrecken, um den Einfluß der Witterung wenigstens teilweise zu beseitigen. Sehr zu empfehlen ist es auch, die Nachwirkung der angewandten Düngemittel auf die im zweiten und dritten Jahre, nach der auf der Wirtschaft eingehaltenen Rotation, folgenden Pflanzen zu beobachten. Um die Wirkung der Düngemittel deutlich erkennen zu können, muß man zur Ermöglichung eines Vergleiches stets 2—3 Parzellen ungedüngt lassen und eine Parzelle mit Stallmist düngen.

Die Auswahl der Düngemittel kann in der Weise erfolgen, daß man entweder nur solche versucht, deren Wirksamkeit vorzugsweise durch einen Nährstoff bedingt ist, oder unmittelbar zusammengesetztere Handelsdünger verwendet. Die Stärke der Düngung ist verhältnismäßig nach der üblichen mittleren Düngung auf ein Hektar zu bemessen. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus empfiehlt es sich, die Wahl der verschiedenen Düngemittel derart einzurichten, daß für dieselbe Fläche stets die gleichen Kosten aufgewendet werden.

An eine exakte Methode der Düngungsversuche sind nach Paul Wagner (Beiträge zur Ausbildung der Düngungslehre. Landw. Jahrb. XII. Bd. Berlin 1883, S. 744) die nachstehenden Forderungen zu stellen: 1. Gleichstellung aller Produktionsfaktoren (insbesondere auch des Faktors „Bodenfeuchtigkeit") mit alleiniger Ausnahme des zu prüfenden (entsprechend aufgestellte und mit Erde gefüllte Zinkgefäße von 50 cm Höhe und 25 cm Durchmesser mit ringförmigem mit Wasser gefülltem Außenraum am Boden). 2. Herabminderung der Versuchsfehler durch Addition der Resultate einer genügenden Anzahl (6) von Parallelversuchen, sowie durch möglichste Herstellung des relativen

Maximums, bezw. Optimums aller Produktionsfaktoren mit Ausnahme des zu prüfenden. 3. Feststellung der Fehlergrenzen (nicht mehr als 1% des Ertrages). Der nach diesen Grundsätzen in engster Verbindung mit der chemischen Analyse ausgeführte „agrikulturchemische Düngungsversuch" hat Aufklärung zu schaffen: über das „spezifische Düngebedürfnis" (S. 148) einer jeden einzelnen Kulturpflanze; über die spezifische Wirkung eines jeden Pflanzennährstoffes auf die qualitative und quantitative Entwickelung der Kulturpflanzen; Aufklärung über den Einfluß der Witterung, der Bodenbeschaffenheit, der Bodenzusammensetzung, des Bodengehaltes an Nährstoffen, des wechselnden Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens 2c. auf die Wirkung eines jeden Pflanzennährstoffes; Aufklärung über die Abhängigkeit solcher Wirkung von der chemischen Verbindungsform, dem Löslichkeitszustand, dem Verteilungsgrad der Pflanzennährstoffe 2c.

Der exakte „landwirtschaftliche Düngungsversuch" soll prüfen, welchen praktischen Wert die Resultate des „agrikulturchemischen" Düngungsversuches haben und in wie weit sie sich auf die Verhältnisse des praktischen Ackerbaues übertragen lassen, ohne daß Irrtümer dabei entstehen können. Nach Drechsler (Journal f. Landw. Berlin 1881, S. 115) erfordert jeder Versuch mindestens 3 Parallelparzellen, also eine mindestens dreimalige Wiederholung jeder Düngung; ungedüngte Parzellen wenn möglich mindestens 4. Ein Vorversuch hat die Ertragsfähigkeit des Bodens zu ermitteln, danach sind die lang und schmal herzustellenden, nicht über 100 qm großen Parzellen zu verteilen. Die Vegetationsverhältnisse sind möglichst gleich zu halten, die Witterung genau zu beobachten. Die Anzahl der durch einen Versuch zu prüfenden Düngemittel ist möglichst zu beschränken.

Der Felddüngungsversuch des praktischen Landwirts (von Maercker seit 1873 für Kartoffeln und seit 1878 für Zuckerrüben im großen Maßstab durchgeführt) soll die von lokalen Verhältnissen des Bodens und des Klimas abhängigen Fragen der Rentabilität bestimmter Düngungen für bestimmte Kulturen beantworten und eine statistische Behandlung der Resultate zahlreicher Versuche dieser Art soll durchschnittliche Zahlenausdrücke für die mittlere Rentabilität der Düngungen unter den verschiedensten Boden- und Witterungsverhältnissen schaffen, um so viel als möglich ist, die Erfahrung des Einzelnen zum Nutzen Vieler zu verwerten.

Bei der Ausführung der Düngung im Großen wird die rasche und vollkommene Wirksamkeit der Hilfsdünger nur dann erreicht werden können, wenn der Dünger möglichst gleichmäßig ausgestreut und innig mit dem Boden vermischt werden kann. Die Gleichmäßigkeit der Verteilung verdient um so mehr Beachtung, als gewöhnlich nur kleine Mengen von Hilfsdüngern zur Anwendung gelangen, die bei stellenweiser Anhäufung auf dem Felde das Wachstum der Pflanzen und damit den Erfolg der Düngung beeinträchtigen würden. Wesentlich erleichtert wird die Verteilung, wenn das Düngemittel als möglichst feines und gleichförmiges Pulver in leicht löslichem Zustande verwendet wird. Es ist dabei keineswegs zu befürchten, daß die löslichen Düngemittel im Boden durch das Wasser in tiefere Schichten geführt werden, da gerade die wertvollsten Pflanzennährstoffe, welche in der Natur seltener vorkommen und deren Beschaffung daher dem Landwirt am meisten Kosten verursachen, wie Kali, Ammoniak und Phosphorsäure, am stärksten durch den Boden absorbiert werden. Wenn auch die löslichen Pflanzennährstoffe durch die Absorption im Boden wieder unlöslich werden, so bedingt doch ihre anfänglich lösliche Form eine vollkommenere Verteilung im Boden. Düngemittel, welche durch Anziehen von Feuchtigkeit in Klumpen zusammenballen, müssen vor ihrer Verwendung sorgfältig zerteilt werden. Das Ausstreuen kleiner Düngermengen mit der Hand kann dadurch erleichtert werden, daß man die Masse durch

Beimischen von trockener, humoser Erde vermehrt. Am gleichmäßigsten streuen die Düngerstreumaschinen. Der breitwürfig ausgestreute Dünger, sofern er

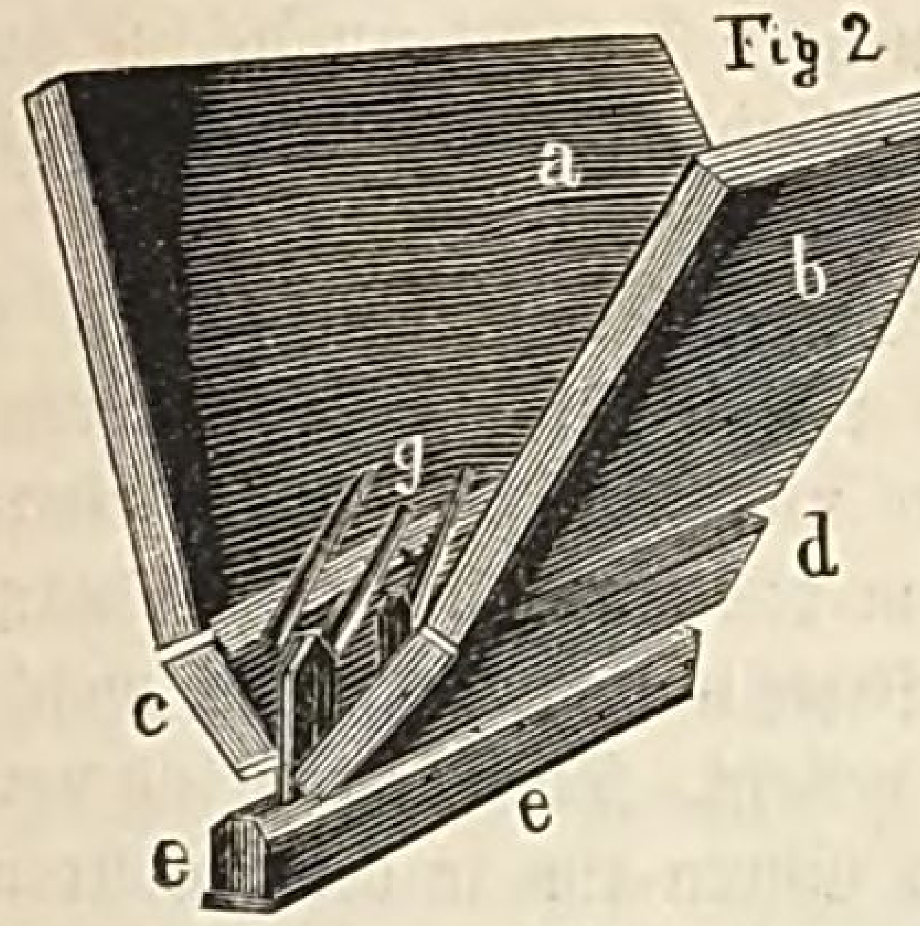


Fig. 86. Jaeschke's Düngerstreuer von Schnoor & Rabius — Hildesheim. — a b Wände des Säekastens, c hin- und herzuziehende Rührleiste mit Stiften g, d Leiste zur Verengerung oder Erweiterung des Ausflußschlitzes, e zweite bewegliche Rührleiste. — Streubreite 2,5 m, Leistung 7 ha pro Tag, Preis 190 *M.*

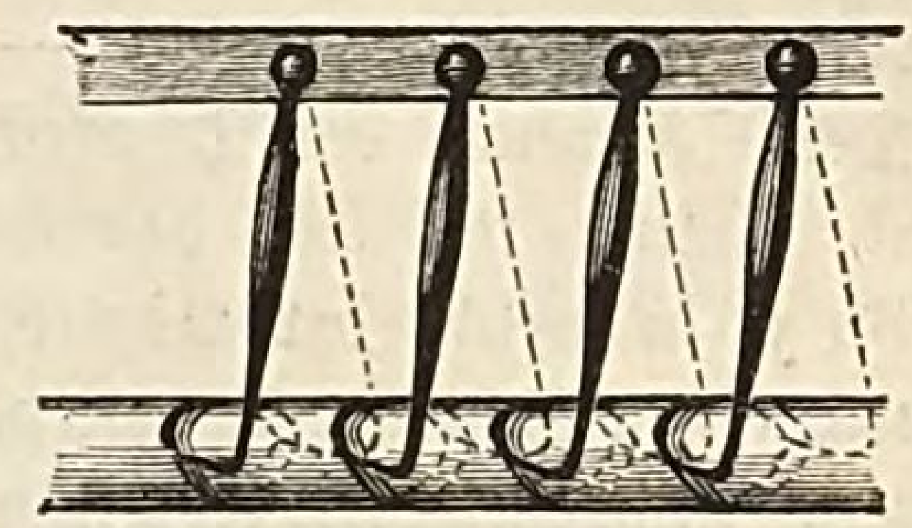


Fig. 87. Nutenwalze mit Kratzern der Düngerstreumaschine von M. & L. Lins — Berlin. — Breite 2,88–3,77 m, Leistung 4—7 ha pro Tag, gestreute Düngermenge 100—800 kg in 15 Abstufungen pro ha. Preis 350—375 *M.*

nicht zur Überdüngung dienen soll, ist entweder durch die Egge oder noch zweckmäßiger durch den Pflug mit dem Boden zu vermischen.

Die einfachsten, jedoch nur für größere Mengen und nicht zu trockene Dünger geeigneten Düngerstreumaschinen sind die Schlitzmaschinen, bei welchen der Dünger infolge seines eigenen Gewichtes durch regulierbare Öffnungen, Roste (Kunstdüngerstreumaschinen von Ernst Schulze — Eutritsch-Leipzig, Breite 2 m, Gewicht 260 kg, Preis 300 *M.*, Leistung 5 ha pro Tag) oder durch einen Schlitz im Boden des Säekastens (Düngerstreuer, Patent Jaeschke, Fig. 86) ausgestreut wird. Für feuchte Dünger geeigneter ist die Nutenwalzen-Düngerstreumaschine von M. & L. Lins, bei welcher der Boden des Säekastens mit einer mit 66 Nuten versehenen Walze, Fig. 87, geschlossen ist. Bei der Umdrehung der Walze fällt der Dünger aus

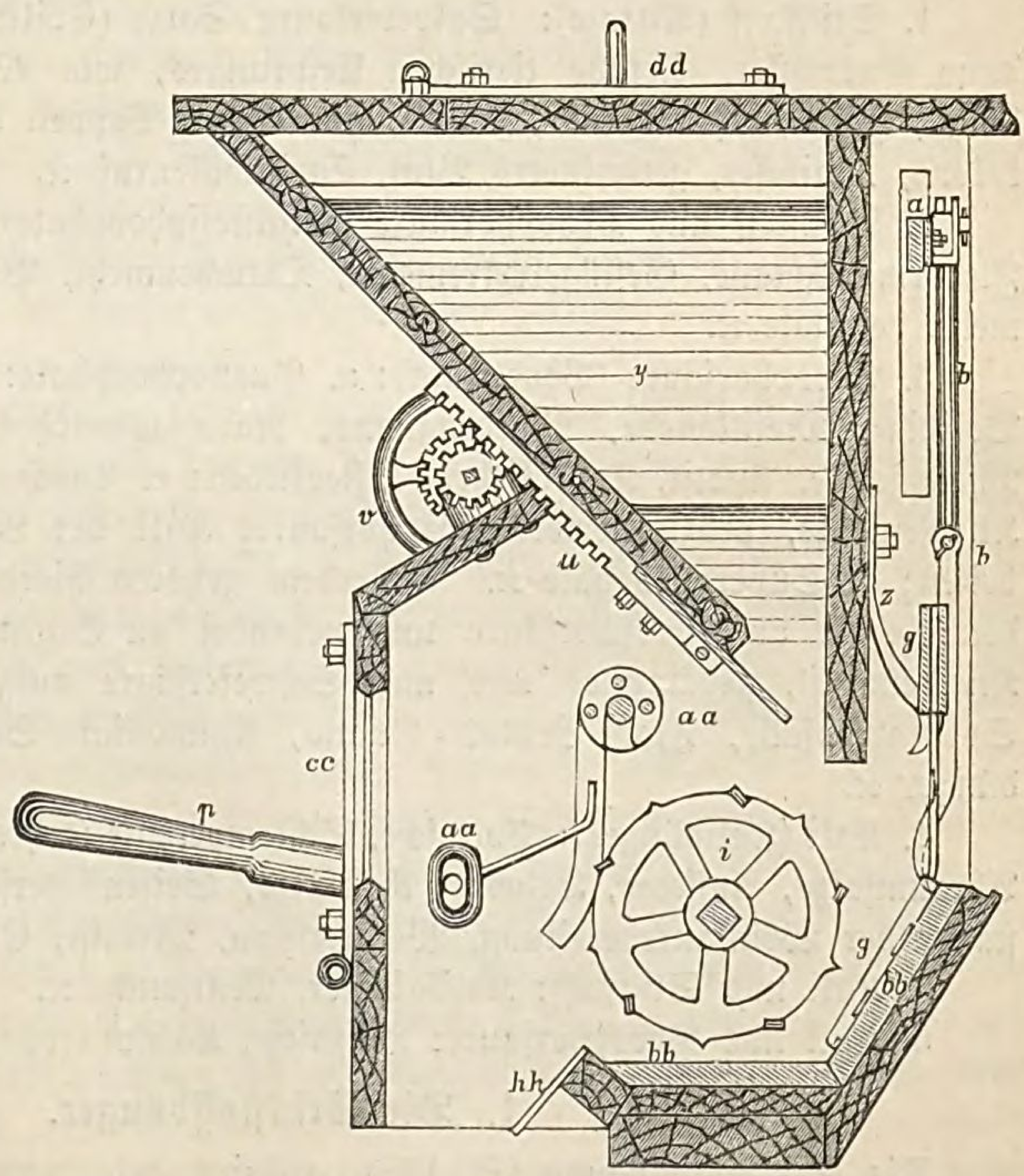


Fig. 88. Querdurchschnitt der Düngerstreumaschine von Siedersleben & Co. — Bernburg. — Siehe den Text. Spurbreite 1,80, 2,82 und 3,77 m, Preis 550, 625 und 700 *M.*

den Nuten, oder wird durch bewegliche Kratzer, welche sich an der Außenwand des Saatkastens befinden, aus demselben herausgeschoben. Für trockene und feine Dünger eignen sich am besten die Düngerstreumaschinen mit Schöpfrädern oder Schöpfwalzen, welche den Dünger breitwürfig oder auch in Reihen ausstreuen (Düngerstreumaschine von R. Sack — Plagwitz, Chambers-Garrett — Suffolk, von F. Zimmermann & Co. — Halle a. d. S. und von Siedersleben & Co. — Bernburg, Fig. 88).

Der Säekasten der Düngestreumaschine von Siedersleben besteht aus zwei Abteilungen, ähnlich wie bei den Säemaschinen. Die Ablauföffnung der oberen Abteilung Fig. 88 y, in welche der möglichst fein pulverisierte und trockene Dünger eingefüllt wird, ist durch einen Schieber u beliebig zu erweitern, um das auszustreuende Quantum zu regulieren. In der unteren Abteilung befindet sich die Verteilungsvorrichtung, welche aus einer Anzahl auf einer Welle aufgeschobener Schöpfräder i besteht. Die abwechselnd versetzten Vorsprünge dieser Schöpfräder erfassen den Dünger und führen ihn in den Ausstreukasten h h, welcher unter der Maschine hängt. Um das Ankleben des Düngers zu verhindern, lehnen sich gegen die Zähne Abstreifer aa, deren Druck je nach der Klebrigkeit des auszustreuenden Düngers durch veränderliche Gewichte oder Federn aa verstärkt oder vermindert werden kann. Um das Ankleben des feuchten Düngers zu verhüten, ist bei der neuesten Siedersleben'schen Düngerstreumaschine an der Wand des Saatkastens y eine auf eine Glasplatte bb hin- und hergehende Rührharke bg angebracht.

Die zahlreichen **Hilfsdüngemittel**, von welchen weiterhin nur die gewöhnlichsten besprochen werden sollen, sind je nach den Pflanzennährstoffen, durch welche sie vorzugsweise wirken, wie folgt, zu gruppieren. Wirksam durch den Gehalt an:

1. Stickstoff (Nitrate): Salpetersaure Salze (Chilisalpeter), Ammoniaksalze, dann Gaswasser, Abfälle tierischen Ursprunges, wie Wolle-, Gerberei-, Leder-, Leim-, Horn-, Thranabfälle, Federn, Haare, tote Puppen der abgehaspelten Seidenkokons, Maikäfer, getrocknetes Blut, Steinkohlenruß 2c.

2. Stickstoff und Phosphorsäure (Stickstoffphosphate): Peruguano, Fischguano, Fledermausguano, Geflügelexkremente, Ölkuchenmehl, Blutdünger, Urate, Fleischmehl, Leimkäse 2c.

3. Phosphorsäure (Phosphate): a. Guanophosphate: Bakerguano, Sombrero-, Bolivia-, Mejillones-, Maldenguano, Navassaphosphat; b. Mineralphosphate: Phosphorite, Apatit, Koprolithen, Osteolithen; c. Knochenphosphate: Knochenasche, Knochenkohle, präzipitierter phosphorsaurer Kalk der Leim- und chemischen Fabriken; d. Superphosphate 2c. Außerdem gehören hierher Dünger, welche durch den Gehalt an Phosphorsäure und nebenbei an Stickstoff wirksam sind: rohes Knochenmehl, gedämpftes und mit Schwefelsäure aufgeschlossenes Knochenmehl, Spodiumabfälle, Fray Bentos-Guano, Ammoniak-Superphosphat, Poudrettedünger 2c.

4. Kali (Kalidünger): Pottasche, Schlempekohle (kohlensaures Kali), Staßfurter Abraumsalze, Aussee'er, Kaluszer Kalisalze, Seifensiederfluß (Chlorkalium), Rückstände der Weinsäurebereitung, Weintrestern, Melasse, Elutionslauge 2c.

5. Kali und Stickstoff: Kalisalpeter, Mistjauche 2c.

6. Kali und Phosphorsäure: Holzasche, Kalisuperphosphate, Ruß 2c.

1. Die Stickstoffdünger.

Die Stickstoffdüngung (S. 148) erscheint besonders dann am Platz, wenn es an den erforderlichen Mengen von Düngern organischen Ursprunges, besonders von Stallmist gebricht. Der Stickstoff kann entweder in Form eines salpetersauren

oder Ammoniakſalzes, oder als Abfall organiſchen Urſprunges auf die Felder gebracht werden. Neben dem Stickſtoffdünger muß gleichzeitig Phosphorſäure und Kali zugeführt werden, wenn nicht durch die geſteigerten Ernten eine Ausraubung des Bodens eintreten ſoll.

Der bekannteſte Stickſtoffdünger iſt der Chiliſalpeter ($NaNO_3$, ſalpeterſaures Natron 14,8—16,4 % Stickſtoff). Nachdem die Ackererde keine Abſorption für Salpeterſäure beſitzt, ſo iſt ſeine Wirkung eine ſehr raſche, da er im Boden in wäſſeriger Löſung bleibt, und daher unmittelbar durch die Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann. Der Chiliſalpeter in größeren Mengen einſeitig gegeben, erzeugt nach M. Maercker[1]), wie jede Stickſtoffdüngung, eine gewiſſe Spätreife der Pflanze, welche Urſache iſt, daß bei Cerealien und Zuckerrüben zwar die Blattentwickelung weſentlich geſteigert, dagegen durch die Unreife der Pflanzen zur gewöhnlichen Erntezeit die Körner- reſp. die Zuckerbildung beeinträchtigt wird. Dieſe Nachteile werden um ſo auffälliger, je ſpäter und in je öfter wiederholten Gaben der Chiliſalpeter als Kopfdüngung zur Anwendung gelangt. Sie werden vermieden durch frühzeitige Anwendung des Chiliſalpeters und ſehr reichliche Beigabe von Phosphorſäure, welche eine reifebeſchleunigende Wirkung hat. Mit Chiliſalpeter gedüngte Felder neigen zur Kruſtenbildung und halten größere Feuchtigkeitsmengen feſt. Am ungeeignetſten iſt der Chiliſalpeter für kalte Bodenarten und in Höhenlagen und am geeignetſten für Sandböden, ſowie für humoſe, tiefgründige, milde Lehm- und Mergelböden. In letzteren ſoll die Hälfte des zur Düngung für Zuckerrüben beſtimmten Salpeters (400—500 kg pro ha) im Herbſt vierſpännig untergepflügt werden, damit der Untergrund mit Stickſtoff verſehen werde und die andere Hälfte mit Superphosphat bei der Beſtellung im Frühjahre ausgeſtreut werden. Für Kartoffeln (200—300 kg pro ha) empfiehlt Maercker die Anwendung bei der Beſtellung im Frühjahre, und für Wintergetreide (100 bis 200 kg pro ha), welches im Herbſt mit Phosphaten gedüngt wurde, als möglichſt frühzeitige Kopfdüngung im Frühjahre.

Sehr wertvolle Stickſtoffdünger ſind weiter die wenig flüchtigen Ammoniakſalze, welche gegenüber dem Chiliſalpeter den Vorteil beſitzen, daß das Ammoniak von dem Boden abſorbiert wird. Am verwendbarſten erweiſt ſich das rohe ſchwefelſaure Ammoniak ($[NH_4]_2SO_4$; 19,5—20,4 % Stickſtoff), welches als Nebenprodukt bei der Leuchtgasfabrikation aus dem Gaswaſſer gewonnen wird. Größere Mengen dieſes Salzes werden auch aus kohlenſaurem Ammoniak dargeſtellt, welches aus faulenden tieriſchen Stoffen erhalten wird. Leider findet ſich in dem rohen ſchwefelſauren Ammoniak zuweilen Rhodanammonium (bis 74 %; NH_4CNS), welches auf die Pflanzen als Gift wirkt. Die Ammoniakſalze kommen raſch zur Wirkung, zeigen daher nicht die ſichere Nachwirkung wie der Peruguano; ſie werden im Boden in das flüchtige, kohlenſaure Ammoniak umgeſetzt, weshalb dieſelben am beſten erſt kurz vor der Saat zu Sommerfrüchten ausgeſtreut und eingeeggt oder noch zweckmäßiger mit dem Exſtirpator oder dem Pflug in den Boden gebracht werden. Die Ammoniakſalze eignen ſich in Mengen von 3—4 mctr pro ha mehr für leichtere Bodenarten.

Die ſtickſtoffhaltigen Abfälle organiſchen Urſprunges werden am beſten

---

[1]) Mentzel u. v. Lengerke, Landw. Hilfs- u. Schreibkalender. Berlin 1879, II. Teil. S. 73.

durch Dämpfen mit 2—3 Atmosphären entfettet und mürbe gemacht oder mit Kalk und Übergießen mit Jauche kompostiert.

2. Die Stickstoffphosphate.

Der hervorragendste Dünger dieser Gruppe ist der Guano, welcher auf den Inseln nahe der peruanischen Küste gewonnen wird. Der Guano bildet ein Gemenge von Exkrementen verschiedener Seevögel mit Resten abgestorbener Vögel und anderer Seetiere. Je nach dem Fundort des Guanos ist der Wert desselben ein sehr verschiedener. Den größten Wert besitzt der Peruguano, welcher in warmen, regenlosen Gebieten Perus gewonnen wird. Wegen des dort fehlenden Regens erhält sich der Peruguano in seiner ursprünglichen Beschaffenheit, ohne sich durch Zersetzung zu verändern, welche bei Anwesenheit von Wasser rasch eintritt. Von den zahlreichen Guanosorten, welche in allen Teilen der Welt gefunden werden, kann wegen der klimatischen Beschaffenheit des Fundortes der Peruguano nahezu nur allein als Stickstoffphosphat bezeichnet werden. Die übrigen, in Landstrichen mit Regen vorkommenden Guanosorten werden unter dem Einfluß der abwechselnden Trockene und Nässe bald derart zersetzt, daß die organischen Stoffe in Form von kohlensaurem Ammoniak, Kohlensäure und Wasser in die Atmosphäre entweichen, die löslichen unorganischen Salze ausgewaschen werden, während nur die unlöslichen Verbindungen, besonders der phosphorsaure Kalk zurückbleiben. Diese stickstoffarmen Guanosorten, wie Baker-, Sombreroguano 2c., erhalten daher ihren Platz unter den Phosphaten.

Der Peruguano, Rohguano (Preis 23,60—24,60 *M.* pro 100 kg) besteht aus einer hellbraungelben Masse, welcher verschieden große, knollige Stücke von weicher oder harter Beschaffenheit beigemengt sind. Derselbe enthält die drei wichtigen Pflanzennährstoffe: Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, jedoch nicht in demselben Verhältnis, wie sie von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden, weshalb der Peruguano niemals als Hauptdünger, wie der Stallmist, gelten kann. Der Stickstoff, 10—14 %, kommt im Peruguano nahezu zur Hälfte als Ammoniak (harnsaures und oxalsaures) und zum anderen Teile in organischen Verbindungen (Harnsäure, Guanin) vor, Letztere werden im feuchten Boden rasch in Ammoniak übergeführt. Die Phosphorsäure ist meist an Kalk, aber auch an Ammoniak und an Eisenoxyd gebunden. Das Kali kommt in geringster Menge gegenüber den beiden anderen Pflanzennährstoffen vor. Die günstige Wirkung des Peruguanos ist daher besonders auf den Gehalt an Stickstoff- und Phosphorsäure-Verbindungen zurückzuführen. Der Guano ist von mäßig schneller aber anhaltender Wirkung, da das Ammoniak vom Boden absorbiert und erst nach und nach in Salpetersäure überführt wird, welche den Pflanzen mehr zusagt. Um die Phosphorsäure rasch wirksam zu machen, verarbeiten die Anglo-Kontinentalen (vormals Ohlendorff'schen) Guanowerke in Hamburg seit 1865 den Rohguano durch Behandlung mit Schwefelsäure auf Peruguano-Superphosphat oder aufgeschlossenen Guano. Die gleichmäßige, garantierte Zusammensetzung (I. Qualität 7, II. Qualität 5 % vor Verflüchtigung geschütztem Stickstoff, I. 9,5 und II. 10 % leicht löslicher Phosphorsäure und 2 % Kali, Preis pro 100 kg: I. 24,60 *M.*, II. 21,00 *M.*; ein etwaiger Mindergehalt von mehr als ½ % unter der Garantie wird mit 100 *Pf.* per % Stickstoff, mit 30 *Pf.* per % Phosphorsäure und 24 *Pf.* per % Kali rückvergütet), gegen-

über dem wechselnden Gehalt des Rohguanos, die gleichmäßige, feinpulverige Beschaffenheit und die vor Verflüchtigung geschützte Form des Stickstoffes, hat die Anwendung des aufgeschlossenen Guanos wesentlich gesteigert.

Bei der Verwendung des Rohguanos sind vorerst alle groben Teile durch Absieben zu entfernen. Die Knollen werden dann mit hölzernen Stößeln unter Beimischung scharfkantigen Sandes verkleinert und nun gemengt mit den abgesiebten feineren Teilen und etwa dem 5—10fachen Gewicht Erde ausgestreut. Die größte Wirkung wird in kalkreichen, daher die Bildung von Salpetersäure befördernden Böden und auf jenen Bodenarten erzielt, welche nicht zu naß und nicht zu trocken sind und welchen Phosphorsäure und Stickstoff fehlen. Auf Böden, welche arm an Pflanzennährstoffen sind, wird jedoch durch die Düngung mit Peruguano die Erschöpfung des Bodens beschleunigt. Ebenso ungeeignet ist eine Guanodüngung auf stark verunkrautetem Boden, da durch die Begünstigung des Wachstumes der Unkrautpflanzen die Kulturpflanzen leicht Schaden leiden können.

Nachdem die Wirksamkeit des Guano zum Teile auch auf seinem Gehalte an Phosphorsäure beruht, so ist ein tieferes Unterpflügen oder Einkrümmern in tiefere Bodenschichten notwendig; als Kopfdünger angewendet, würde die Phosphorsäure von den oberen Bodenschichten absorbiert werden und außerdem Stickstoffverluste eintreten. Der Peruguano eignet sich für alle Pflanzen, besonders aber für Wintergetreide, Ölfrüchte und Kartoffeln. Für Cerealien rechnet man pro 1 ha 200 bis 400 kg, für Zuckerrüben 400—500 kg.

Die drohende Erschöpfung der Peruguanolager gab die Veranlassung zur Aufsuchung neuer Düngerquellen, welche im Stande wären, einen Ersatz für den Peruguano zu geben. Von denselben sind am meisten der F r a y B e n t o s - G u a n o und der F i s c h g u a n o (Fischmehl) zu beachten. Ersterer wird in den Fabriken der Liebig'schen Fleischextrakt-Kompanie aus Abfällen bei der Fleischextrakt-Fabrikation aus Knochen, Fleisch, Bindegewebsmassen durch scharfes Trocknen und Pulverisieren hergestellt und enthält 4—5 % Stickstoff und 15—20 % Phosphorsäure. Letzterer wird aus wertloseren Fischarten und aus den Abfällen bei dem Herings-, Sardellen-, Sprotten- und Kabeljaufang an den Meeresküsten bereitet. Sein Wert wird wesentlich erhöht, wenn demselben feines Knochenmehl beigemengt wird, da die Menge von Phosphorsäure (3—16 %) gegenüber jener von Stickstoff (5—12 %) zurücktritt.

In den Boden gebracht, unterliegen diese Dünger erst einem Fäulnisprozeß, durch welchen der Stickstoff der organischen Substanz in Ammoniak und ammoniakähnliche Verbindungen und schließlich durch Oxydation in Salpetersäure umgewandelt wird. Sie sind daher langsam aber nachhaltig wirkende Dünger, die am besten für Wintergetreide und auf leichten Bodenarten im Herbst in einer Menge von 300—500 kg pro Hektar zur Anwendung gelangen.

Die E x k r e m e n t e unseres H a u s g e f l ü g e l s verdienen wegen ihres hohen Düngerwertes auf das sorgfältigste gesammelt zu werden.

Die jährlichen Ausscheidungen betragen im Durchschnitt beim Huhn 5,5—6 kg, bei der Taube 2,7—3 kg, bei der Ente 8—9 kg, und bei der Gans 11 kg. Am wertvollsten unter denselben ist der Taubenmist, welcher die geringste Menge von Wasser enthält und reich an Stickstoff und Phosphorsäure ist; er ist besonders für Lein (4—5 metr pro ha) und Wiesen, der Hühnerdünger zum Überstreuen auf Getreide, besonders auf Gerste für

bindige Bodenarten geeignet. Enten- und Gänsedünger sind am besten zur Kompostbereitung zu verwenden.

3. Die Phosphatdünger.

Zu den phosphorsäurereichsten Düngemitteln (32—42 % Phosphorsäure) zählen vor allem jene Guanosorten, welche wie der Baker-, Sombrero-Felsen-, Mejillones-Guano, das Navassa-Phosphat ꝛc., auf den Südseeinseln des stillen Ozeans, und an der warmen, Regenniederschlägen ausgesetzten Westküste von Südamerika gewonnen werden. Die Wirksamkeit dieser Düngemittel ist jedoch im rohen Zustande, wegen der Schwerlöslichkeit der phosphorsauren Verbindungen, eine geringe. Sie tritt erst dann im vollsten Maß hervor, wenn dieselben in Superphosphate umgewandelt werden. Dasselbe gilt von den anderen Phosphatdüngern, wie von dem Apatit, einer Verbindung von dreibasisch phosphorsaurem Kalk ($Ca_3P_2O_8$) mit Fluor oder Chlorcalcium, dem Phosphorit, mehr oder weniger (85 bis 95 % mit 39—43 % Phosphorsäure) verunreinigtem Apatit, den Koprolithen (versteinerten Kotmassen vorweltlicher Tiere) und den Osteolithen (Knochenbreccien). Die bekanntesten Phosphorite sind die nassauischen aus der Lahn- und Dillgegend, mit einem Phosphorsäuregehalte von 25—40 %. Roh angewendet haben sie nur wenig Erfolg auf die Steigerung des Pflanzenertrages, am ehesten noch, wenn sie vor Winter flach eingeeggt oder auf der Oberfläche des Ackers liegen gelassen werden. Ebenso können sie auf den Dünger- oder Komposthaufen zur Bereicherung desselben gegeben oder in die Jauchegrube geworfen werden. Zur vollkommensten Ausnutzung gelangen sie jedoch erst durch das „Aufschließen“ oder die Umwandlung in Superphosphate.

Als Rohmaterial zur Bereitung[1]) des Superphosphates, welches je nach dem Rohmaterial noch näher mit dem Namen desselben bezeichnet wird, werden sowohl Bakerguano, Apatite, Phosphorite, Koprolithen, Osteolithen, als auch Knochenmehl verwendet. Es handelt sich dabei vorzugsweise um die Umwandlung des in den genannten Materialien enthaltenen schwer löslichen, dreibasisch phosphorsauren Kalk ($Ca_3P_2O_8$, Tricalciumphosphat), in leicht löslichen, sauren phosphorsauren Kalk ($CaH_4P_2O_8$, Monocalciumphosphat). Zu diesem Zwecke werden die Rohmaterialien zu einem sehr feinen Pulver vermahlen und in entsprechender Weise mit Schwefelsäure behandelt. In den Boden gebracht, wird zwar das Superphosphat wieder unlöslich; seine Wirkung ist demungeachtet eine viel raschere und ausgiebigere, indem die Verteilung der im Bodenwasser sich lösenden Phosphorsäure der Superphosphate eine viel vollkommenere und innigere ist, als bei der Anwendung von noch so fein gemahlenen rohen Phosphatdüngern.

Für die Wirksamkeit der Superphosphate ist der Gehalt an wasserlöslicher Phosphorsäure maßgebend, derselbe beträgt bei den „niedergrädigen“, aus Phosphorit und Knochenmehl dargestellten Superphosphaten meist nur 8—12 %, bei den aus Knochenkohle und Knochenasche dargestellten 15—17 % und bei den „hochgrädigen“, aus Baker-, Mejillones- und anderen Guano-, sowie manchen Mineralphosphaten dargestellten Superphosphaten 20 %. Die Superphosphate der Lahnphosphorite unterliegen beim Lagern durch Bildung von schwerlöslichem, jedoch in

---

[1]) Vergl. Dr. P. Wagner, Lehrbuch der Düngerfabrikation. Braunschweig 1877.

citronsaurem Ammoniak löslichem, neutralem phosphorsauren Kalk ($Ca_2H_2P_2O_8$, Bicalciumphosphat) und von unlöslichen Eisen- und Thonerdephosphaten einem ihre Wirkung beeinträchtigenden „Zurückgehen der löslichen Phosphorsäure".

Die Phosphorsäure befördert bei Vorhandensein genügender Stickstoffmengen besonders die Körnerbildung, bei den Wurzelfrüchten die Zucker- und Stärkebildung, indem sie nach Maercker die Pflanzen zu einem schnelleren Vollziehen aller Lebensfunktionen veranlaßt und hierdurch den Eintritt einer gewissen Frühreife bewirkt.

Am zweckmäßigsten verwendet man das Superphosphat wenn möglich einige Wochen oder einige Tage vor der Ausführung der Saat, es wird dadurch die bei längerem Liegen im Boden unvermeidliche Bildung unlöslicher Eisen- und Thonerdephosphate hintangehalten. Aus letzterem Grunde ist die Herbstverwendung nicht anzuraten. Streut man das Superphosphat mit dem Samen aus, so muß dasselbe reichlich mit Erde gemischt werden, nachdem sonst die freie Phosphorsäure beizend auf den Samen einwirkt. Bei dem Umstande, als die Phosphorsäure rasch absorbiert wird, daher nur geringe Verbreitbarkeit im Boden besitzt, ist die Benutzung des Superphosphates als Kopfdüngung unzweckmäßig. Für Sandboden mit geringer Absorptionsfähigkeit eignen sich die Superphosphate um so weniger, je mehr bei Wassermangel und hoher Temperatur Notreife zu befürchten ist. Ebenso sind sie in reinen Kalk- und Mergelböden von geringer Wirkung. In mildem Lehm, mäßig kalkhaltigen Böden und in wenig humosen Thonböden zeigen sie die größte Wirkung. Mit Ausnahme der Moorböden empfiehlt es sich, neben der Phosphorsäure auch noch eine Stickstoffdüngung zu geben und zwar im Verhältnis von 1 Teil Stickstoff auf 1—3 Teile Phosphorsäure. Für Halmfrüchte verwendet man pro 1 ha 200—400 kg (30—60 kg Phosphorsäure entsprechend) und zwar von den hochgrädigen Fabrikaten (mit 15—20 % löslicher Phosphorsäure; Preis 100 kg 19,20 *M.*, 9,60 fl.), die geringere, von den ärmeren Superphosphaten (mit 10—15 % löslicher Phosphorsäure; Preis 14 *M.*, 7 fl.) die größere Menge. Für Zuckerrüben eignet sich besonders ein Gemenge von Superphosphat mit Kalisalzen und mit Peruguano oder eine Mischung hochgrädigen Superphosphates mit schwefelsaurem Ammoniak, das sog. Ammoniak-Superphosphat, in einer Menge von 240—400 kg pro ha.

Durch Gleichmäßigkeit der Mischung zeichnen sich besonders die ammoniakalischen Superphosphate von J. G. Klamroth — Nienburg und Halberstadt aus; am beliebtesten wegen der Übereinstimmung des Gehaltes mit jenem des vor 1872 verkauften aufgeschlossenen Peruguanos ist die Mischung Nr. I. mit 9—10 % Stickstoff und 9—10 % Phosphorsäure.

Das Ammoniak-Superphosphat bildet den Übergang zu einer anderen Gruppe von Phosphatdüngern, den Knochen und den Knochenpräparaten, welche neben der Phosphorsäure auch geringe Mengen von Stickstoff enthalten.

Die Knochen enthalten, neben dem stickstoffhaltigen Knorpel und dem Fett, vorzugsweise phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Magnesia, kohlensauren Kalk 2c. Von diesen Bestandteilen hat das Fett keinen Düngerwert, es ist daher vor der Verwendung der Knochen zu Düngungszwecken durch Auskochen zu entfernen, nachdem es überdies die Zersetzung der Knochen verzögert. Im frischen Zustande ist die düngende Wirkung der Knochen selbst im gestampften, grobsplitterigen Zustande als rohes Knochenmehl (19—21 % Phosphorsäure, 4—4,8 % Stickstoff) wegen

der langsameren Zersetzung eine viel geringere, als von Knochen, welche vor ihrer Verwendung entsprechend zubereitet werden. Die in der Wirtschaft abfallenden Knochen werden am zweckmäßigsten verkleinert und mit Asche, humoser Erde abgemischt auf einen Komposthaufen gegeben, welcher fleißig mit Jauche zu übergießen ist. Die auf diese Weise fermentierten Knochen zerfallen nach Ablauf eines halben Jahres. Kleinere Knochenmengen giebt man zweckmäßig auf den Düngerhaufen.

Die üblichste fabriksmäßige Zubereitung besteht in der mechanischen Zerkleinerung der Knochen, nachdem sie vorher hochgespannten Wasserdämpfen durch einige Zeit ausgesetzt wurden. Durch dieses Dämpfen werden die Knochen nicht nur entfettet, sondern so mürbe, daß sie leicht auf Knochenstampfen oder Knochenmühlen in ein feines, staubartiges Pulver, dem gedämpften Knochenmehl (21—26 % Phosphorsäure, 2,5—4 % Stickstoff, Preis pro 100 kg 15—20 *M.*, 7,50—10 fl.), verwandelt werden können. Je feiner das Mehl, um so gleichmäßiger wird es, gewöhnlich in einer Menge von 4—5 metr pro ha, ausgestreut werden können und um so mehr erhöht sich seine Wirkung auf die Pflanzenvegetation, welche jedoch bei der Unlöslichkeit der Phosphorsäure in den Knochen stets nur langsam eintritt, jedoch 3 Jahre und länger anhält. Am besten wird es bei der Herbstbestellung und für leichtere Bodenarten angewendet.

Das Knochenmehl wird nicht selten mit den Drehspänen des vegetabilischen Elfenbeines (Elefantennüsse, Phytelĕphas macrocărpa) gefälscht; diese Fälschung läßt sich jedoch durch den Geruch beim Verbrennen leicht nachweisen.

Eine andere Zubereitung besteht in dem Glühen der Knochen bei Luftzutritt, wodurch die Knorpelsubstanz verbrannt und die unorganischen Bestandteile als Knochenasche zurückbleiben, welche einen sehr phosphorsäurereichen (30—38 %) Dünger, jedoch ohne Stickstoffgehalt, gewährt. Die Knochenkohle oder die bei der Wiederbelebung des Spodiums in den Zuckerfabriken abfallende Waschkohle enthält dagegen nur 22—32 % Phosphorsäure.

Am zweckmäßigsten ist die Umwandlung des Knochenmehles in Knochenmehl-Superphosphat oder aufgeschlossenes Knochenmehl (Preis pro 100 kg 20 bis 24 *M.*, 10—12 fl.) Die Knochenasche und die in den Zuckerfabriken unbrauchbar gewordene Knochenkohle (Spodium), die Abfälle der Beindrechsler geben gleichfalls ein wertvolles Material für die Fabrikation des Superphosphates, dessen Bereitung weiter oben angegeben wurde. Von weiteren Knochenpräparaten verdienen schließlich noch die Abfälle der Leimfabriken (guanosiertes Knochenmehl), welche etwa 50 % basisch phosphorsauren Kalk enthalten, die vollste Beachtung als Düngemittel.

Vor dem Ausstreuen des Knochenmehls empfiehlt es sich, dasselbe etwas anfaulen zu lassen. Zu diesem Zwecke mengt man dasselbe, wie bei der Fermentierung der frischen Knochen angegeben, mit Erde, Sägemehl, kurzem Schaf- oder Pferdemist und übergießt die von der Masse gebildeten Spitzhaufen fleißig mit Jauche. Nach etwa einer Woche wird dann die Masse verwendet. Hat man sich von der Wirkung des Knochenmehles auf dem Felde überzeugt, so ist es dann vorteilhafter, dasselbe schichtenweise auf den Dünger zu streuen und mit diesem auf das Feld zu führen, nachdem durch die bei der Zersetzung des Stallmistes gebildete Kohlensäure die Lösung des Knochenmehles wesentlich befördert wird.

Wird das Knochenmehl direkt, gewöhnlich in Mengen von 4—5,5 mctr pro ha, vom Superphosphat 3,5—4 mctr angewendet, so bringt man dasselbe zweckmäßig schon längere Zeit vor der Saat, für Sommersaaten schon im Herbst in den Boden, mit welchem es durch die Egge oder noch besser mit dem Pflug vermischt wird. Die günstigste Wirkung zeigt das Knochenmehl besonders auf die Körnerbildung der Winter- und Sommerhalmfrüchte. Bei Kartoffeln, als Stufendüngung angewendet, erhöht es den Ertrag und Stärkegehalt. Desgleichen eignet sich das Knochenmehl als vorzüglicher Wiesendünger. Zu Kleegewächsen wird man am besten die vorausgegangene Halmfrucht mit Knochenmehlpräparaten düngen.

4. Die Kalidünger.

Die Zufuhr von Kali in den Boden besitzt besonders für Zuckerfabrikswirtschaften und für überschwemmungsfreie Wiesen eine hohe Wichtigkeit. In früherer Zeit beschränkten sich die Kalidünger auf die verschiedenen Holzaschen, die ausgelaugte Asche bei der Pottaschenbereitung und die sog. Seifensiederasche (Äscherich).

Den größten Wert für Düngungszwecke besitzt die unausgelaugte Holzasche (Preis 1,40—4 *M.*, 0,70—2 fl. pro mctr). Dieselbe enthält, neben reichlichen Mengen von kohlensaurem Kalk und von Magnesia, 8,43—37,84 % Kali und 3,06—10,74 % Phosphorsäure. Am kalireichsten ist die Asche von Laubhölzern, besonders die Lindenholzasche. Die Asche kann entweder unmittelbar (30—35 hl pro ha) auf das Feld oder die Wiese ausgestreut, oder auch auf den Komposthaufen gegeben werden.

Von viel geringerem Wert als die Holzasche sind die Seifensiederasche, aus welcher das als Pflanzennährstoff höchst wichtige kohlensaure Kali (K_2CO_3) durch Auslaugen entfernt wurde, und die Aschen von Torf, Braun- oder Steinkohlen, welche in der Hauptsache aus kohlensaurem, schwefelsaurem Kalk, Thonerde und Eisenoxyd bestehen. Bei dem geringen Gehalt an Kali (0,15—3,64 %) und Phosphorsäure (Spur—1,97 %) beruht ihr Einfluß nur auf einer Lockerung des Bodens. Von Torf-, Braun- und Steinkohlenasche werden 100—200 hl pro ha verwendet.

Seit (1861) der fabriksmäßigen Verarbeitung der kalireichen Abraumsalze des Steinsalzlagers zu Staßfurt-Leopoldshall stehen den Landwirten weitere unschätzbare Kalidünger zur Verfügung.

Nachdem sich das rohe Abraumsalz, welches das Hangende des Staßfurter Steinsalzlagers bildet, wegen des Gehaltes an Chlormagnesium — einem auf die Pflanzenvegetation nachteilig einwirkenden Salze — für die Düngung als ungeeignet herausstellte, verarbeiten gegenwärtig 33 Fabriken, von welchen die bekanntesten jene von Dr. A. Frank, Vorster & Grüneberg, N. F. Loefaß, vereinigte chemische Fabriken zu Leopoldshall ꝛc. sind, das Abraumsalz auf verschiedene Verbindungen, welche vorzügliche Kalidünger abgeben.

Die Hauptbestandteile der Abraumsalze sind der Karnallit ($KCl + MgCl_2 + 6\,H_2O$, wasserhaltiges Chlorkalium mit Chlormagnesium) und der Kieserit ($MgSO_4 + H_2O$ wasserhaltige, schwefelsaure Magnesia), welche mit Schichten von mehr oder weniger reinem Steinsalz wechsellagern. Daneben finden sich noch als sekundäre Bildungen in mächtigen abbauwürdigen Lagern Kainit ($K_2SO_4 + MgSO_4 + MgCl_2 + 6\,H_2O$ wasserhaltige schwefelsaure Kali-Magnesia mit Chlor-Magnesium) und in einzelnen Drusen Sylvin (KCl Chlorkalium); außerdem durch das ganze Lager verteilt: Borazit, (saure borsaure Magnesia mit Chlor-Magnesium), Polyhalit, Tachydrit, Anhydrit, Schönit (Pikromerit),

Reichardtit und Astrakanit. Seit 1869 werden auch in Kalusz-Galizien mächtige Lager von Sylvin und Kainit auf Kalidüngersalze ausgebeutet.

Als Düngemittel werden von den Staßfurter Düngerfabriken zu nachstehenden Preisen[1]) pro 50 kg verkauft:

Konzentrierter Kalidünger, Min. 25% reines Kali (ca. 22% schwefelsaures Kali und 22% Chlorkalium)	3,60 *M.*
Chlorkalium, Min. 50—70%	4,30—6,10 „
Schwefelsaures Kali, Min. 97% (in Maximum ½% Chlor)	11,75 „
Gereinigte schwefelsaure Kali-Magnesia (48—52% schwefelsaures Kali = 26—28% reines Kali, 32—36% schwefelsaure Magnesia und in Max. 2% Chlor)	5,00 „
Wiesendünger I (sog. rohes schwefelsaures Kali, 9—12% reines Kali) und II (15—18% Kali)	1,20—2,10 „
Chlorkalium, Min. 80% und 96/98%	—
Schwefelsaure Magnesia, 70—80% zum Einstreuen in Ställe rc. . . .	1,75 „
Gemahlener roher Kainit (Natur- oder Adler-Kainit) Min. 23% schwefelsaures Kali	1,00 „

Rohes schwefelsaures Kali (Wiesendünger I und II) und rohe schwefelsaure Kali-Magnesia (Kainit) können leicht durch ihren Gehalt an Chlorkalium und Kochsalz (45,5 respektive 31,2 %) nachteilig wirken, da sich aus den Kalk- und Magnesia-Silikaten im Boden durch Austausch von Kalium oder Natrium gegen Calcium und Magnesium die zwei den Pflanzen direkt schädlichen Salze: Chlorcalcium und Chlormagnesium bilden. Dieser Übelstand macht sich auf Sand- und Moorböden weniger fühlbar, da hier das der Absorption nicht unterliegende Chlormagnesium bald ausgewaschen oder verdünnt wird. Wahrscheinlicherweise ist den rohen Kalisalzen auch eine indirekte Wirkung — Lösung der im Boden enthaltenen schwerlöslichen Pflanzennährstoffe — zuzuschreiben. Letztere dürfte Ursache sein, weshalb auf Lehmboden die Kalisalze bei Zuckerrüben den Gehalt an Zucker, bei Kartoffeln jenen an Stärke vermindern. Bessere Wirkung für Wurzelfrüchte zeigen die gereinigten schwefelsauren Kalisalze. In den Boden gebracht, wird das Kali derselben von den wasserhaltigen Silikaten und den Humuskörpern rasch absorbiert, während die Schwefelsäure mit Kalk oder Magnesia in Verbindung tritt. Die sicherste Wirkung haben die Kalisalze für sauere, moorige Wiesen, für Futtergewächse, besonders Rotklee, für Sommergetreide, Raps und Tabak. Nach den Erfahrungen von Schultz-Lupitz üben auf Sandboden die Kalisalze neben Phosphaten (pro ha 6 mctr Kainit und 2 mctr 20 %iges Superphosphat = L. D. oder Liebig'sche Düngung) nach Lupinen, Klee, Erbsen und Wicken, welche als Sammler des atmosphärischen Stickstoffs anzusehen sind, auf Halmgetreide eine vorzügliche Wirkung aus. Die für die Kalidüngung namentlich bei gleichzeitiger Phosphorsäure-Zufuhr dankbarsten Bodenarten sind der Moorboden und geringere leichtere Bodenarten. Hat der Düngungsversuch ergeben, daß der angewendete Kalidünger die Qualität der Rübe oder der Kartoffel nicht beeinträchtigt, so wird derselbe am zweckmäßigsten im Herbst vermischt mit der 2—4fachen Menge trockener Erde, ausgestreut und möglichst tief untergebracht, nachdem durch die Wurzelfrüchte besonders die tieferen Bodenschichten erschöpft werden. Die Stärke der Düngung bemißt man

[1]) Nach der Preisliste der vereinigten chemischen Fabriken in Leopoldshall—Staßfurt.

für Getreide, Hülsenfrüchte, Klee, Raps und Wiesen mit 3—4,5 metr, für Kartoffeln und Rüben mit 6—8 metr. Vorteilhaft ist es, den Kalidünger auf den Komposthaufen zu geben und den kalireichen Kompostdünger im Winter auf die Wiesen gleichmäßig auszubreiten. Sehr zu empfehlen ist es, die Kalisalze nicht direkt anzuwenden, sondern sie dem Stallmist schichtenweise beizumischen und mit diesem auf das Feld zu bringen.

Litteratur: Dr. Max Maercker, Die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirtschaft. Berlin 1880; Schultz-Lupitz, Die Kalidüngung auf leichtem Boden. 2. Aufl. Berlin 1883.

3. Die indirekt wirkenden Düngemittel.

Indirekt wirkende Düngemittel oder Bodenverbesserungsmittel, durch welche vorzugsweise die physikalische Beschaffenheit des Bodens verbessert und nur nebenbei die Pflanzennährstoffe vermehrt werden, sind:

1. der Gips, die Nebenprodukte der Fabrikation von Stearinkerzen, die Holz-Essigsäure, der Dornenstein von den Salzgradierwerken &c.;
2. der Kalk, der Gaskalk, der Kalk aus dem Saturateur der Zuckerfabrik, die Abfälle der Sodafabrikation, der Kalkofenbruch, der Bauschutt &c.;
3. der Mergel;
4. das Kochsalz;
5. die Erd- und Schlammdüngungen (Bodenmischungen).

Außerdem können hierhergezählt werden jene Düngemittel, durch welche die organische Substanz des Bodens vermehrt wird, wie

6. die Ernterückstände und
7. die Gründüngungspflanzen.

1. Der Gips.

E. Heiden[1]) giebt über die bisher versuchten Erklärungen der Wirkung des Gipses folgendes Resümee:

„1. Der Gips ($CaSO_4 + 2 H_2O$, schwefelsaurer Kalk) ist nur in untergeordnetem Grade als direktes Nahrungsmittel zu betrachten; bei dieser seiner Wirkung ist der Schwefelsäure die Hauptrolle zu vindizieren.

2. Die Hauptwirkung des Gipses ist eine indirekte; diese zerfällt

a. in eine chemische, welche in Löslichmachung der im Boden befindlichen Pflanzennährstoffe besteht, so daß sie aufnahmefähig für die Pflanzen werden. Der Gips spielt somit den Vermittler bei der Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden durch die Pflanzen. Unerwähnt darf dabei aber nicht bleiben, daß hierdurch der Gips zugleich eine Düngung des Untergrundes bewirkt, was für die Erklärung der Thatsache, daß er vor allem bei den Leguminosen seine Wirkung zeigt, von Bedeutung ist.

b. In eine physikalische als Regulator der Wasseraufnahme durch die Pflanze."

In letzterer Beziehung sind die Versuche von J. Sachs, (Landw. Versuchsstationen. I. S. 203) zu erwähnen, nach welchen Salzlösungen, vor allem der Gips, die Verdunstung des Wassers durch die Blätter verzögert, infolge dessen der Boden länger feucht bleibt und die Pflanzen ihren Wasserbedarf leichter decken können. Eine in reichem

[1]) E. Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre. 2. Band. Stuttgart 1868. S. 450.

Buchenhumus gepflanzte junge Tabakpflanze mit Wasser begossen, verdunstete vom 9. bis 11. Sept. 30,7 g, mit 1/8% Gipslösung begossen in derselben Zeit 14,6 g Wasser.

Am wirksamsten, besonders für schmetterlingsblütige Pflanzen, wie Erbsen, Wicken, Bohnen, Klee 2c., zeigt sich der Gips (Preis pro 100 kg 2 *M.*, 1 fl.), wenn er auf einem pflanzennährstoffreichen, frischen, tiefgründigen Lehmboden in einem mäßig feuchten Klima zur Anwendung kommt. Auf magerem Boden und bei trockener Witterung bleibt eine Gipsdüngung wirkungslos. Zum Ausstreuen mit der Maschine oder der Hand verwendet man möglichst feingepulverten, ungebrannten Gips in einer Menge von 2—6 metr pro ha. Die Verteilung des Gipspulvers wird befördert, wenn das Ausstreuen auf die betauten Pflanzen oder vor einem Regen ausgeführt wird. Am gewöhnlichsten gipst man die Kleepflanzen im Frühjahre bald nach dem Erwachen der Vegetation oder im Herbst nach dem Getreideschnitt um noch einen Stoppelklee gewinnen zu können. Wiesen, besonders kleereiche, werden oft mit vielem Erfolg im Frühjahre mit Gips überstreut. Auf die Eignung des Gipses, den Viehdünger im Stall und auf der Düngerstätte durch Bindung des flüchtigen Ammoniak zu konservieren wurde weiter oben aufmerksam gemacht.

2. Der Kalk.

Das Kalken des Bodens hat die größte Wirkung, wenn der Kalk nicht als rohes Kalksteinpulver ($CaCO_3$, kohlensaurer Kalk), sondern im gebrannten Zustand als Ätzkalk (CaO, Calciumoxyd) verwendet wird. Die Wirkung des Kalkes beruht, ausgenommen jenen Fall, wo es einem Boden an der nötigen Menge von Kalk fehlt, weniger auf der Zufuhr dieses Nährstoffes, als auf der indirekten Einwirkung desselben auf die Umsetzung der Nährstoffe und auf die Änderung des physikalischen Bodenzustandes.

Durch den Ätzkalk wird die Zersetzung der Humuskörper und deren Überführung in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak unter Freiwerden der im Humus enthaltenen Mineralsalze beschleunigt. Ein Teil der Kohlensäure wird zur Bildung von kohlensaurem und doppeltkohlensaurem Natron verwendet. Der verbleibende Überschuß unterstützt unmittelbar oder mittelbar das Wachstum der Pflanze. Durch die Vermehrung des Kohlensäuregehaltes im Boden kann die Pflanzenwurzel leichter ihren Bedarf an diesem Nährstoff decken, anderseits wird durch die Aufschließung der gebundenen Bodennährstoffe in den unzersetzten Gesteinstrümmern der Gehalt an Mineralsalzen erhöht. Außerdem wird die Löslichkeit der an die wasserhaltigen Silikate gebundenen Bodennährstoffe durch kalkhaltiges Wasser vermehrt und damit dieselben für die Pflanzenwurzel leichter aufnahmsfähig gemacht. Auf saure Wiesen gebracht, verhindert der Ätzkalk die Bildung von Eisenoxydulsalzen und die Vertorfung der organischen Reste.

In größeren Quantitäten angewendet, wirkt die Kalkdüngung auch günstig auf den physikalischen Zustand des Bodens. Bindiger, zäher, nasser Thonboden wird lockerer; sandiger Boden bis zu einem gewissen Grade bindiger.

Nachdem die hauptsächlichste Wirkung der Kalkdüngung in der Beschleunigung des Nährstoffumsatzes im Boden besteht, so kann dieselbe nur auf nährstoffreichem Boden oder bei unmittelbar nachfolgender Stallmistdüngung einen großen Effekt erzielen. Zweckmäßig ist es, die Felder mit geringeren Quantitäten, ungefähr mit

10—20 mctr pro Hektar, aber in kürzeren Zeiträumen, etwa von 4 zu 4 Jahren mit Kalk zu überfahren. Ist es auf die physikalische Wirkung des Kalkes abgesehen oder wird die Kalkdüngung auf thonigem Boden vorgenommen, so kann übrigens auch das angegebene Quantum verzehnfacht und selbst verzwanzigfacht werden.

Als günstigster Zeitpunkt für die Ausführung des Kalkens zur Winterhalmfrucht, zu Kartoffeln, Rüben, auf sauren Wiesen ist der Herbst anzusehen.

Nicht jeder Kalk eignet sich gleich gut zur Düngung. Ganz ungeeignet sind hydraulische Kalke. Je schneller sich der gebrannte Kalk löscht, in Kalkhydrat (CaO_2H_2) übergeht, um so vorteilhafter ist seine Verwendung. Auch manche magere Kalke, welche gleichzeitig durch ihren Gehalt an Magnesia wirksam werden, eignen sich, sofern sie sich vollständig ablöschen lassen, ganz gut zum Zweck der Düngung.

Die billigste Art der Kalkdüngung besteht darin, daß man unmittelbar auf dem Felde den Kalk in Feldöfen, welche aus Rasenstücken aufgebaut werden, brennt, und nach dem Brennen in Häufchen über das Feld verführt. In den leicht mit Erde bedeckten Häufchen soll sich der Kalk langsam durch Anziehen von Feuchtigkeit aus der Luft ablöschen. In Folge der Umwandlung des Kalkes in Kalkhydrat nimmt das Volumen der Häufchen zu, die daher in der Erddecke entstehenden Sprünge müssen wieder sorgfältig geschlossen werden. Ist der Kalk in ein feines Pulver zerfallen, so werden die Häufchen auseinandergeschlagen, das Kalkpulver — einzelne gröbere Stücke müssen vorher zerdrückt werden — mit der Schaufel möglichst gleichförmig über das Feld verbreitet und mit dem Pflug oder noch zweckmäßiger mit dem Exstirpator innig mit dem Boden vermengt.

3. Der Mergel.

Durch das Mergeln werden dem Boden je nach der Natur des Mergels (S. 35 und 51) gewisse Mengen von Thon, Kalk und Sand zugeführt und damit das Mischungsverhältnis der Bodengerüstteile, welches die physikalischen Eigenschaften eines Bodens bestimmt, wesentlich verändert und bei bedeutenderen Mergelmengen eine Vertiefung der Ackerkrume erzielt. Auf dem Thonboden wird daher vorzugsweise der Sandmergel, auf dem Sandboden der Thonmergel die extremen physikalischen Bodeneigenschaften ausgleichen. Außer der indirekten kommt dem Mergel auch eine direkte Wirkung zu. Zu Folge des Gehaltes des Mergels an kohlensaurem Kalk werden alle jene chemischen Wirkungen erzielt, welche bereits bei der Kalkdüngung (S. 190) angegeben wurden. Überdies werden dem Boden durch den Mergel, besonders den Thonmergel, geringe Mengen von Phosphorsäure und Alkalien zugeführt.

Gleich wie bei der Kalkdüngung wird die Nachhaltigkeit der Wirkung des Mergels durch gleichzeitige Anwendung von Stallmistdüngungen gewährleistet, andernfalls tritt ein sogenanntes „Ausmergeln" des Feldes ein. Wegen der Kostspieligkeit des Transportes, welche das aufzubringende große Quantum (80—200 und mehr cbm à 1,5—1,6 mctr pro ha) verursacht, können nur jene Felder, gewöhnlich in Zwischenräumen von 10—20 Jahren, mit Vorteil gemergelt werden, welche sich in nächster Nähe des Mergellagers befinden. Der Mergel wird am

besten im Sommer oder wenn dies die wirtschaftlichen Verhältnisse nicht zulassen, im Herbst auf das Feld geführt, in Häufchen gebracht und nach dem Zerfallen ausgebreitet und mit der Egge und dem Pflug gleichmäßig mit dem Boden vermischt.

4. Das Kochsalz.

Die Wirkung des Kochsalzes (NaCl, Chlornatrium) ist vorzugsweise eine indirekte, indem dasselbe lösend auf die Pflanzennährstoffe im Boden einwirkt. Diese lösende Wirkung zeigt sich konstant nur bei den alkalischen Erden und vielleicht auch bei dem Kali, während sie bei der Phosphorsäure von zur Zeit noch nicht bekannten Bedingungen abhängig zu sein scheint. Das Kochsalz soll überdies, wie der Gips, die Wasserverdunstung der Blattpflanzen herabdrücken.

Die Kochsalzdüngung eignet sich daher nur für einen reichen, im guten Düngungszustande befindlichen Boden. Auf humosen Wiesen verdrängt sie das Moos. Besonders angezeigt ist sie zur Tiefdüngung für viele Futterpflanzen und den Flachs; geringen Erfolg hat sie bei Cerealien; nachteilig wirkt sie durch Verminderung des Stärkegehaltes auf Kartoffeln und durch Beeinträchtigung der Saftreinheit auf Zuckerrüben. Am besten wird das Kochsalz und zwar 3—5 mctr pro ha vor der Saat im Herbst ausgestreut.

5. Die Erd- und Schlammdüngung.

Der allgemeineren Anwendung der Erddüngung steht die Kostspieligkeit des Erdtransportes entgegen. Das Aufbringen der Erde durch Anschlämmen (S. 82) ist noch die billigste Verwendungsart. Um vieles kostspieliger und daher nur auf kleinen Parzellen anwendbar ist das unmittelbare Aufführen der Erde mit Hand- oder Spanntransport-Geräten.

Durch das Befahren mit Erde soll entweder die Ackerkrume vermehrt, oder das Mischungsverhältnis der einzelnen Bodengerüstteile günstiger gestaltet werden. Die Vermehrung der Ackerkrume erfordert bedeutende Erdquantitäten, da zur 1 cm

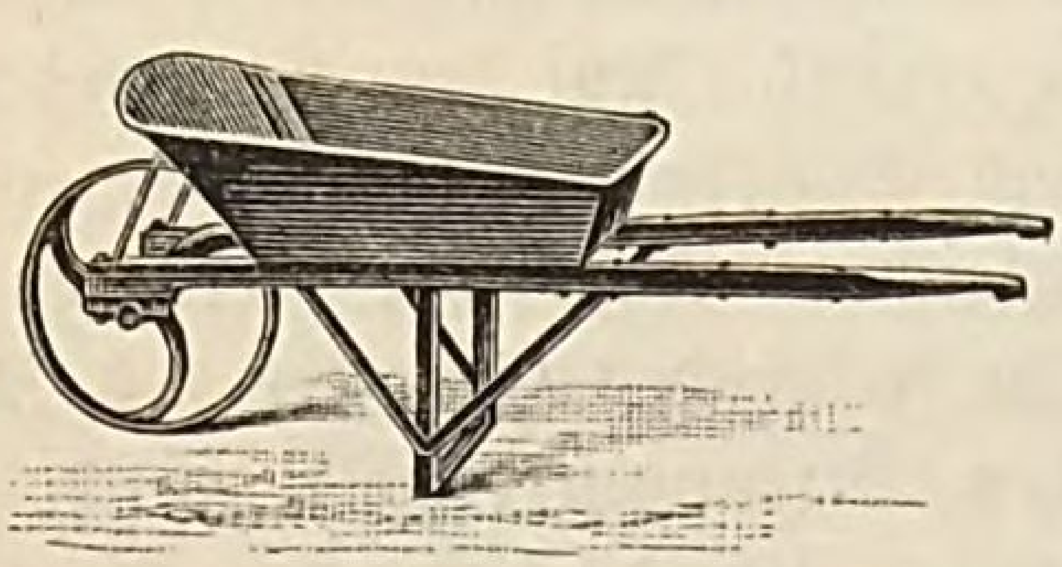


Fig. 89. Seitwärts kippbare Kastenkarre 20a von C. Blumhardt & Mockert. — Gewicht 40 kg, Tragfähigkeit 300 kg, Kastenlänge 61 cm, Breite 67 cm, Tiefe 23,3 cm, Rauminhalt 0,70 hl, Preis 23 M.

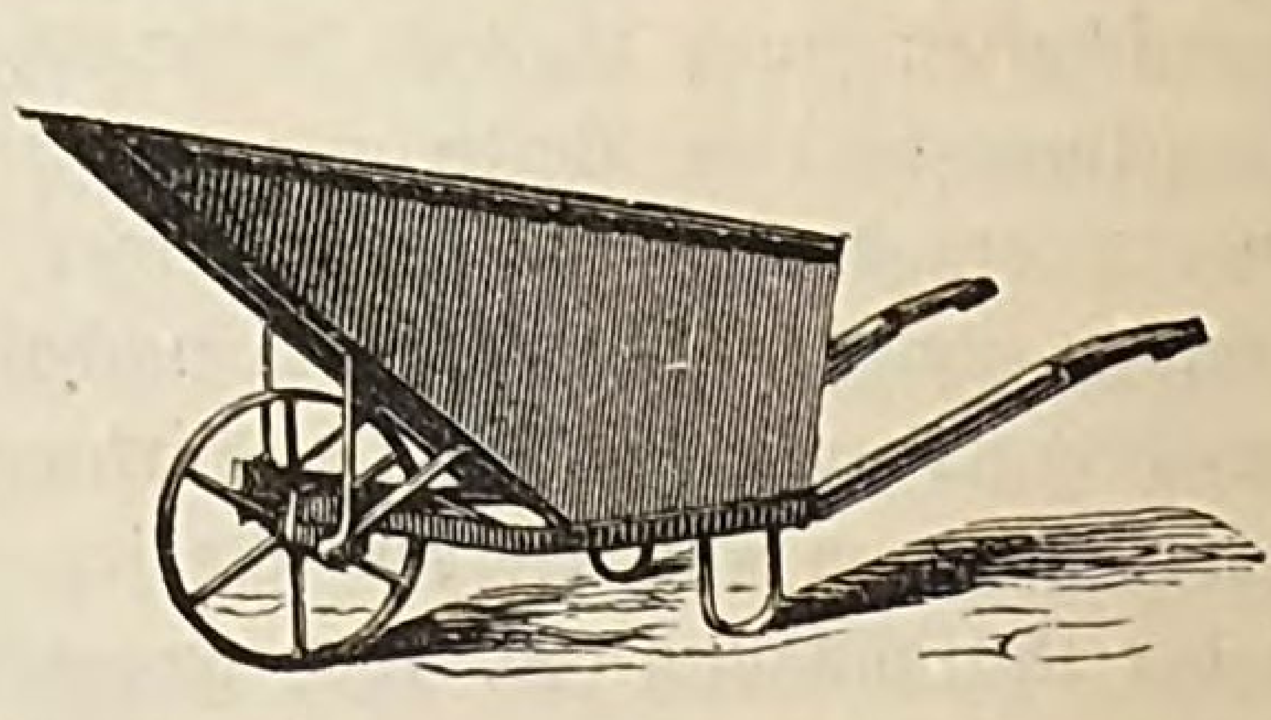


Fig. 90. Vorderkipper 23a von C. Blumhardt & Mockert, während des Füllens. — Gewicht 67 kg, Tragfähigkeit 400 kg, Kastenlänge 67 cm, Breite 61 cm, Tiefe 40,5 cm, Rauminhalt 1,5 hl, Preis 40 M.

hohen Bedeckung der Fläche eines Hektars 100 cbm Erde erforderlich sind. Soll eine Änderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens herbeigeführt werden, so sind nicht viel geringere Mengen erforderlich, wenn eine ausgiebige Wirkung erzielt werden soll. In letzterer Hinsicht wird ein Thonboden durch Überfahren

mit Sand, ein Sandboden durch Überfahren mit Thon, ein Torfboden durch Überfahren mit Sand und Kalksand wesentlich verbessert.

Das Verladen von 1 kg Erde in einem niedrigen Handschubkarren erfordert 0,5 kgm auf einen Wagen 1,5 kgm, dazu kommt, daß das Abladen vom Wagen mehr Kraft verlangt, als aus dem Schubkarren. Zweckmäßige kippbare eiserne Kastenkarren für den Erdtransport sind jene von C. Blumhardt & Mockert in Simonshaus bei Vohwinkel (Rheinprovinz) Fig. 89 und 90.

Wenn nun auch das Auffahren von Erde seiner Kostspieligkeit wegen selten mit Vorteil im Großen zur Ausführung gelangen kann, so ergeben sich doch innerhalb der Wirtschaft im Interesse der Düngung mannigfaltige Gelegenheiten zu Erdbewegungen. In den bei geneigtem Terrain und leicht abschwemmbarem Boden angelegten Schlammfängen, in Fluß- und Bachläufen und in Teichen häufen sich oft bedeutende Schlamm- und Erdmengen an, die, ausgeführt und kompostiert, ein um so wertvolleres Düngermaterial abgeben, wenn sie die Erde von reich gedüngten Feldern aufnehmen.

Bei der Anlage der Schlammfänge hat man zu beachten, daß der Ablauf am Rand außer der Richtungslinie des Zulaufes angeordnet werde, um einen möglichst vollständigen Schlammabsatz zu erzielen. Die Schlammfänge sind am zweckmäßigsten so umfangreich anzulegen, daß ihre Räumung und die Verführung des Schlammabsatzes auf die Felder nur nach längeren Zwischenräumen, etwa halbjährig vorgenommen zu werden braucht. Ein Beispiel ausgedehntester Anwendung von Erd- und Schlammdüngungen s. in G. Krafft, Ein Großgrundbesitz der Gegenwart. Wien 1872. S. 249 und 258.

Teichschlamm, welcher sich auf dem Grund stehender Gewässer gebildet hat, eignet sich wegen seines Gehaltes an Geïnsäure (sauren Humus) erst dann als Düngemittel, wenn er längere Zeit an der Luft gelegen hat. Durch das Aussetzen an der Luft oxydiert sich die Geïnsäure bald zu Quellsalz- und Quellsäure (S. 38). Diese Umwandlung wird durch einen Zusatz von Kalk oder Asche wesentlich beschleunigt, während gleichzeitig die freie Schwefelsäure gebunden wird, welche aus dem im Teichschlamm vorkommenden, fein verteilten Schwefeleisen beim Liegen an der Luft entsteht. Auf das Hektar werden ungefähr 200—400 Fuhren à 6—7 mctr gerechnet.

6. Die Ernterückstände.

Jede Pflanze entzieht dem Boden, wenn auch in verschiedenen Mengen, Nährstoffe. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß gewöhnlich ein Teil der Pflanze, die Wurzeln und Stoppeln, als Ernterückstände im Boden verbleiben, deshalb immerhin nach blattreichen, tiefwurzelnden Pflanzen angebaute Gewächse ohne Dünger hohe Erträge zu liefern vermögen. Die größten Mengen an Ernterückständen geben jene Pflanzen, welche sowohl Wurzeln als einen Teil ihrer oberirdischen Organe zurücklassen. Obenan stehen in dieser Hinsicht die Kleegewächse, Cerealien und Ölfrüchte. Die geringsten Ernterückstände verbleiben nach Kartoffeln und Rübenarten, besonders wenn auch noch die Blätter oder das Kraut vom Felde genommen werden.

Das Wurzel- und Stoppelgewicht beträgt nach F. Haberlandt (Der allgem. landw. Pflanzenbau. Wien 1879. S. 147) z. B. bei Winterweizen 14,3 %, bei Winterroggen 13,1 %, bei Sommergerste 8,7 % und bei Hafer 10,0 % vom Gewicht der ganzen Ernte.

Durch die Ernterückstände wird der Boden an jenen Stoffen absolut bereichert, welche wie der Kohlenstoff, der Stickstoff von der Pflanze aus der Luft aufgenommen wurden. Gegenüber dem Kohlenstoff ist jedoch die Menge an Stickstoff, welche als kohlensaures Ammoniak durch die Blätter aufgenommen wurde, eine sehr geringe. Neben dieser absoluten Bodenbereicherung tritt durch die Ernterückstände auch noch eine relative Bereicherung der Ackerkrume an Stickstoff und an Mineralsalzen auf Kosten des Untergrundes ein. Besonders die tiefwurzelnden Gewächse entnehmen dem Untergrunde Mineralsalze, welche dann mit den Wurzelrückständen der Ackerkrume zukommen, indem selbst bei tiefwurzelnden Gewächsen ein großer Teil der Wurzeln sich in der Ackerkrume verbreitet. Dabei ist noch zu beachten, daß die tiefgehenden Wurzeln Pflanzennährstoffe, welche nicht hinreichend vom Boden absorbiert und daher in den Untergrund geschwemmt werden, wie Kalk und Salpetersäure, aus demselben aufnehmen und wieder durch die Rückstände der flachgehenden Wurzeln in Umlauf bringen. Überdies verbessern die Ernterückstände durch die Lieferung von humusbildendem Material auch den physikalischen Zustand des Bodens.

Nach den Untersuchungen von Dr. Weiske und Dr. Werner (Handbuch des Futterbaues auf dem Ackerlande. Berlin 1875, S. 169 und 170) verblieben unter Annahme einer Ackerkrume von 26,15 cm und unter Berücksichtigung der für die betreffende Kulturpflanze passendsten Bodenart, Düngung und Vorfrucht auf dem Versuchsfeld zu Proskau folgende Trockensubstanzmengen an Stoppel- und Wurzelrückständen pro ha in kg bei

4jähriger Luzerne .	10 810,8	Wundklee . . .	5 596,5	Erbsen	3 603,6
1jährigem Rotklee .	9 976,2	Raps	4 986,1	Serradella . . .	3 500,2
3jähriger Esparsette	6 632,0	Hafer	4 725,7	Buchweizen . .	2 455,0
Roggen	5 887,0	Lupine	3 942,9	Gerste	2 226,9
		Weizen	3 888,3		

Die Analyse ergab an den wichtigsten Pflanzennährstoffen pro ha in kg:

	Luzerne	Rotklee	Esparsette	Wundklee	Erbsen	Lupinen	Serradella	Raps	Buchweizen	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer
Stickstoff . . .	152,6	214,6	138,0	114,4	63,4	69,7	72,5	63,1	53,6	26,4	73,2	25,7	30,0
Asche	1 341,6	2 146,9	1 144,6	1 090,0	750,1	616,0	610,3	696,1	520,6	1 218,7	1 842,7	425,1	1 614,6
Phosphorsäure .	44,0	83,9	33,3	27,1	16,8	15,6	20,7	35,9	12,3	13,3	28,5	13,5	33,5
Kali	41,1	90,0	47,8	29,1	12,7	19,1	10,0	41,1	10,3	20,7	35,1	10,9	27,9
Kalk	220,0	292,9	148,6	152,3	80,5	90,1	89,5	138,3	89,7	86,0	82,1	47,4	95,9

Beachtenswert sind unter anderen auch die Angaben von Heiden (Jahresbericht 1868/69 der Versuchsstation Pommritz. Hannover 1870) über den Nährstoffgehalt der Wurzeln (allein ohne Stoppeln) und die Nährstoffmengen, welche durch die abgeernteten Pflanzen dem Boden entzogen werden. Die Summe der Nährstoffe, welche im Oberteil und in den Wurzeln enthalten sind, zeigt erst das volle Bedürfnis der Pflanze pro ha in kg und lehrt uns die Menge der Pflanzennährstoffe kennen, welche im Boden für die Pflanze während der Vegetationszeit disponibel sein müssen. Dieselbe beträgt für die Asche pro ha bei Roggen 408,3, Raps 1 933,1, Klee in der Blüte 531,2 kg.

7. Die Gründüngung.

Die Gründüngung besteht in dem Anbau gewisser Pflanzen, welche vor dem Eintritt der Samenbildung als Dünger untergepflügt werden. Dadurch sollen in

ausgiebigerer Weise als wie durch die Ernterückstände die humusbildende Substanz und nebenbei auch der Nährstoffgehalt des Bodens durch die in den verwendeten Samen enthaltenen Aschenmengen vermehrt werden, und durch die untergepflügte Pflanzenmasse die physikalische Beschaffenheit des Bodens lockerer und mürber werden. Andere erklären den vorteilhaften Einfluß der Gründüngung durch die Beschattung, welche den Boden im garen, frischen und unkrautfreien Zustande erhält oder in diesen Zustand überführt. Nach unserer Ansicht ist bei der Wirkung der Gründüngung der Einfluß der Gründüngungspflanze auf die Verwitterung und Zersetzung der Gesteinstrümmer im Boden nicht zu unterschätzen. In manchen Fällen dürfte dieser Einfluß bei richtiger Wahl der Gründüngungspflanze für den Ertrag der nach der Gründüngung gebauten Pflanze ausschlaggebend sein.

Wie abweichend sich die Pflanzen in der aufschließenden Kraft ihrer Wurzeln verhalten, zeigte Dr. Th. Dietrich (Zentralbl. f. Agrikulturchemie. Leipzig 1873, S. 7), indem er unverwitterten Buntsandstein und Basalt pulverisierte und in dem gewonnenen Pulver einige Pflanzen kultivierte. Er fand, daß das Mehr an löslich gewordenen Mineralstoffen, welche durch den Einfluß der Pflanzen im Vergleich zur Aufschließung durch die Verwitterung disponibel geworden, betrug in Prozenten bei

	Buntsandstein	Basalt		Buntsandstein	Basalt
100 Lupinenpflanzen .	20,27	24,97	100 Wickenpflanzen. .	5,53	6,30
„ Erbsenpflanzen .	16,02	23,77	„ Weizenpflanzen .	0,34	2,45
„ Spörgelpflanzen .	1,01	1,84	„ Roggenpflanzen .	0,17	1,34
„ Buchweizenpflanzen	2,32	3,27			

Zur Gründüngung eignen sich besonders solche Pflanzen, welche eine schnelle und massenhafte Entwickelung ihrer oberirdischen Teile besitzen, daher den Boden ausreichend beschatten und eine tiefgehende, die Gesteinstrümmer angreifende Wurzel haben. Dabei soll das aufzuwendende Saatgut keine großen Kosten verursachen. Diesen Anforderungen entspricht am vorzüglichsten die Lupine (besonders die weiße, Lupīnus albus), dann der Spörgel, welcher jedoch bei gleicher Schnellwüchsigkeit eine geringere Pflanzenmasse gewährt, die Wicke und Erbse, deren Samen verhältnismäßig kostspielig sind, weiterhin der Raps, der Senf, der Buchweizen, die Hirse, der Inkarnatklee, der Roggen, der Mais ꝛc.

Bei dem Unterpflügen der Pflanzen, welche aus dem Körnerausfall bei der Ernte entstanden sind, des letzten Schnittes auf Kleeschlägen oder der Rübenblätter, des Kartoffelkrautes ꝛc., ergiebt sich von selbst eine Art von Gründüngung. — In der Umgegend von Lucca in Toscana werden zu Mais die grünen Lupinenpflanzen oft erst nachdem sie in der Jauchegrube einige Zeit gelegen verwendet; auch werden geröstete Lupinenkörner (Stickstoffgehalt 5,66%) ca. 9 hl pro ha direkt als Dünger vor der Getreidesaat ausgestreut.

Nachdem keine düngenden Stoffe verloren gehen, wenn die Gründüngungspflanzen zur Verfütterung gelangen würden, so ist die Gründüngung nur in solchen Fällen wirtschaftlich gerechtfertigt, wo sich wegen der Entfernung der Felder vom Stall die Transportkosten des Futters und Düngers zu hoch herausstellen würden, oder dort, wo bei dem Übergang von einer Fruchtfolge zur andern, schnell assimilierbare Nährstoffe in den Boden gebracht werden sollen.

Am zweckmäßigsten säet man die Gründüngungspflanzen nach der Ernte in die aufgebrochene Stoppel. Um einen möglichst hohen Ertrag von grüner Pflanzenmasse zu erhalten, wird man das Saatquantum reichlicher als bei dem gewöhn-

lichen Anbau der betreffenden Pflanze bemessen. Sobald die Pflanzen bis nahe zur Entwickelung der Blüte gelangt sind, pflügt man sie unter. Um das Unterpflügen leichter und vollständiger zu bewerkstelligen, drückt man die Pflanzen vorher durch Abwalzen nieder, der Pflug folgt dann in derselben Richtung oder man mäht die Pflanzen ab und streift die grünen Massen in die geöffnete Pflugfurche ein.

Die Wirkung der Gründüngung ist keine andauernde, sie erstreckt sich höchstens auf ein Jahr.

VII.

Die Saat.

Nach der Vorbereitung des Bodens durch Bearbeitung und Düngung erfolgt zur geeigneten Zeit die Aussaat des Samens. Zuweilen treten jedoch an Stelle des Samens auch andere Pflanzenteile, wie Stammteile, Knollen, Rhizome, Zwiebeln und Wurzeln ꝛc., durch welche sich erfahrungsgemäß manche, erst durch die Kultur gewonnene, wertvolle Eigenschaft der Pflanze viel sicherer, als durch den Samen fortpflanzen läßt.

Die Beschaffenheit des Samens oder des an dessen Stelle tretenden Pflanzenteiles entscheidet über den Erfolg der Pflanzenkultur. Der Same muß zur Sicherung der Keimungsbedingungen, wie Wärme, Luft und Wasser, zur richtigen Zeit und mit Rücksicht auf die Pflege der wachsenden Pflanze auf eine entsprechende Art und in geeigneter Menge in den Boden untergebracht werden. Schließlich ist es in manchen Fällen geboten, erst die junge Pflanze auf das freie Feld auszusetzen.

Bei der Saat sind daher zu berücksichtigen: 1. Die Auswahl des Saatgutes und im Zusammenhang damit, 2. die Samengewinnung und der Samenwechsel, 3. die Saatzeit, 4. die Säemaschine, 5. die Saatmethode, 6. die Vorbereitung der Samen, 7. die Saatmenge, 8. die Unterbringung der Samen und schließlich 9. die Pflanzung.

Litteratur: Dr. F. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876; Dr. Wittmack, Gras- und Kleesamen. Berlin 1873; F. Haberlandt, Beiträge zur Frage über die Akklimatisation der Pflanzen und den Samenwechsel. Wien 1864.

1. Die Auswahl des Saatgutes.

Bei der näheren Betrachtung der Samen von ein und derselben Pflanzenart ergeben sich die mannigfaltigsten Verschiedenheiten, welche sich besonders auf Form, Färbung, Größe und Gewicht der einzelnen Samenkörner beziehen.

Je bedeutender das Gewicht des Samens, eine um so größere Menge Bildungsmaterial wird in den Nährstoffbehältern desselben enthalten sein können, da auf den Embryo gewöhnlich der geringste Teil des Samengewichtes entfällt. Je größer die Nährstoffmengen, um so ausgiebiger werden die Ernährung und das Wachstum der Keimpflanze stattfinden. Es muß daher der Same vor der Aussaat einer sorgfältigen Auswahl unterzogen werden. Diese Auswahl muß sich sowohl auf die Qualität des Samens als auch auf die Reinheit desselben beziehen.

1. Die Beschaffenheit des Samens.

Verliert der Same im Verlauf der Zeit die Fähigkeit aufzuquellen (S. 15) oder tritt in den aufgequollenen Samen eine Zersetzung des Sameninhaltes oder

schließlich eine Entwickelungsunfähigkeit des Keimes ein, so hört derselbe auf, als Saatgut brauchbar zu sein. Die erste Bedingung für die Tauglichkeit eines Samens für die Aussaat ist daher dessen **Keimfähigkeit**. Nächst dieser wird von der sonstigen äußeren Beschaffenheit des Samens die Güte des Saatkornes abhängig sein.

Die Fähigkeit zu keimen erlangen die Samen schon vor ihrer Reife. Es können daher selbst unreife Samen, wenn sie nur ihre volle Größe erreicht haben, im Notfall zur Saat verwendet werden. Kräftige, gegen ungünstige Einflüsse widerstandsfähige Pflanzen werden jedoch nur aus ausgereiften Samen hervorgehen, weshalb man diese zur Saat auszuwählen hat. Besonders bei mangelhafter Aufbewahrung verliert die Mehrzahl der Samen unserer Kulturgewächse in kurzer Zeit (nicht über 5 Jahre) die Fähigkeit auszukeimen.

Die Sterblichkeit der Pflanzen aus unreifen Früchten ist nach A. Hosaeus (Deutsche landw. Presse. Berlin 1875) ungleich größer als bei denjenigen aus reifen. Von den ausgesäeten reifen Körnern sind im ungünstigsten Jahre 45—85% bei dem Roggen und 34—85% bei dem Weizen verloren gegangen; im günstigsten Jahre betrug die Sterblichkeit bei Roggen 8—14% und bei Weizen 2—8%. — Nach den Untersuchungen von F. Haberlandt (Der allgem. landw. Pflanzenbau. Wien 1879, S. 62) verlieren auf schüttbodenähnliche Art aufbewahrte Getreidekörner am frühzeitigsten ihre Keimfähigkeit, weniger rasch die im lufttrockenen Zustand, in nachträglich luftdicht verschlossenen Fläschchen eingefüllten Körner. Am längsten erhalten ihre Keimfähigkeit die vor der luftdichten Aufbewahrung künstlich bei einer Temperatur von 50—60° C. getrockneten Getreidekörner.

Von 100 Körnern haben gekeimt	Auf schüttbodenähnliche Art aufbewahrt, durch Jahre:										Künstlich getrocknet und luftdicht aufbewahrt, durch Jahre:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Weizen . .	99	97	98	71	5	96	—	88	—	—	100	99	99	96	86	96	98	100	70	16
Roggen .	97	98	97	4	18	74	6	6	—	—	98	99	99	80	49	94	94	72	10	—
Gerste . .	100	91	99	83	85	86	22	100	—	26	99	96	99	99	99	96	86	100	52	88
Hafer . .	98	89	98	94	74	88	72	98	92	8	100	99	100	96	94	98	86	100	96	92
Mais . .	98	100	98	?	40	99	89	60	?	—	99	100	97	?	98	99	100	100	?	84

In manchen Jahrgängen gedeiht dieser oder jener Samen vorzüglicher, um denselben zur Reserve für spätere Jahre zurückbehalten zu können, empfiehlt Haberlandt, besonders für wertvollere Sämereien, die Aufbewahrung in Gefäßen aus verzinntem Eisenblech oder Glas, welche nach ihrer Füllung mit künstlich getrockneten Samen zuzulöten oder zu verpichen sind. Bei Aufbewahrung in versiegelten Fläschchen keimten nach 12 Jahren von Runkelrüben noch 56%, nach 11 Jahren von Tabak 30%, von Luzerne 34%, von Phaseolen 26%, von Hanf 15%; nach 10 Jahren von Lein 18%, nach 8 Jahren von Raps 3%, von Möhren 8%, von Buchweizen 6%, von Kümmel nach 5 Jahren 0%.

Bei den Getreidearten leidet die Entwickelungsfähigkeit bei gewöhnlicher Aufbewahrung schon nach einem Jahre, weshalb von denselben stets frischer, d. h. von der vorangegangenen Ernte gewonnener Same verwendet werden soll. Bei dem Weizen, welcher, auf dem Schüttboden aufbewahrt, seine volle Keimfähigkeit durch 3 Jahre behält, empfiehlt es sich doch, überjährigen Samen zur Saat zu nehmen, da dieser von dem Steinbrandpilz — dessen Sporen nach den Untersuchungen von Dr. J. Kühn[1]) schon nach dem zweiten Jahre ihre Keimfähigkeit verlieren — viel

[1]) Dr. J. Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1858, S. 85.

weniger zu leiden hat. Roggen, Hafer, Gerste, Hirse, Mais bleiben durchschnittlich nach in der Praxis gesammelten Erfahrungen zwei Jahre, Raps, Rübsen drei Jahre, Senf, Hanf und Lein vier Jahre keimungsfähig. Am längsten bleiben noch die Samen der Hülsenfrüchte keimfähig, obwohl auch hier ein einjähriger Same wegen der rascheren Entwickelung der Saat vorzuziehen ist. Bei Luzerne, Rotklee, Lupinen, Wicken ist zu beachten, daß, namentlich bei zunehmendem Alter der Samen, oft ein beträchtlicher Prozentsatz der Samen quellungsunfähig ist. In Fällen, wo älterer Same verwendet wird, weil derselbe viel vollkommener, als der jüngst geerntete ist, muß man den größeren Ausfall durch keimunfähige Samen durch ein größeres Saatquantum zu decken suchen.

Um sich von der Keimfähigkeit der Samen zu überzeugen, unternimmt man vor deren Verwendung eine Keimprobe, die in der Weise auszuführen ist, daß man etwa 100 Körner auf einen Teller zwischen mäßig feucht gehaltene Lagen von Fließpapier legt und diesen dann in die Nähe eines warmen Ortes bringt. Nach einigen Tagen oder Wochen, je nach der Natur der Samen, ergiebt sich, ob die Samen und wie viele derselben zum Keimen gelangten. Zu demselben Zwecke dienen die verschiedensten Keimapparate.

Nobbe's Keimapparat aus porösem, gebranntem Thon, Fig. 91, besteht aus einer kreisförmigen Mulde zur Aufnahme der angequellten Samen, welche von einer Rinne mit senkrechten Wänden zur Aufnahme des Wassers umgeben ist. Der während der Keimprobe über den Apparat gelegte Deckel von gleicher Thonmasse, in der Mitte mit einer Öffnung zur Einführung eines kleinen Thermometers versehen, liegt nur lose auf, damit die bei der Keimung gebildete Kohlensäure entweichen kann. Um eine große Anzahl von Samenkörnern gleichzeitig bei Ausschluß von Schimmelbildung zum Keimen zu bringen,

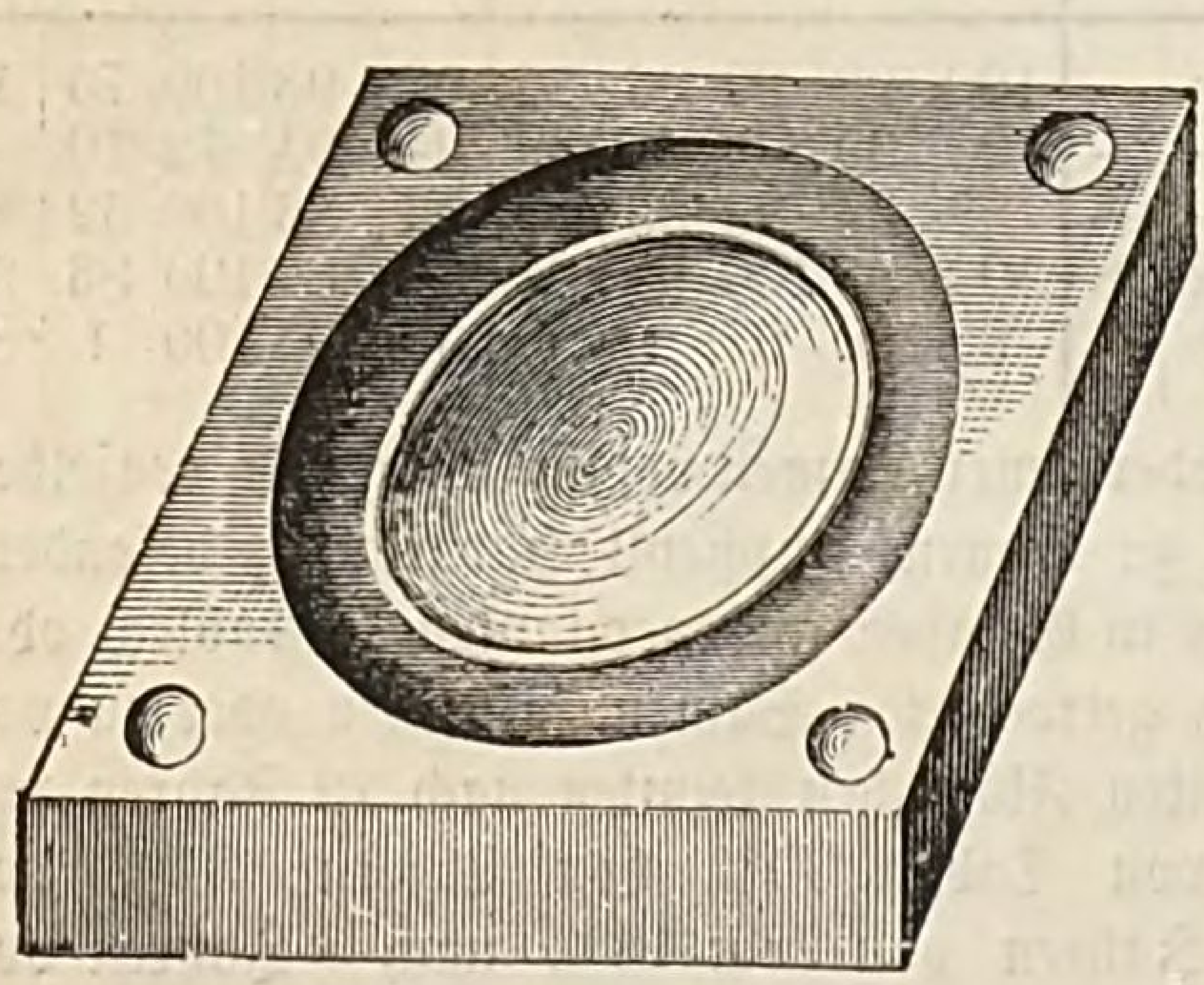


Fig. 91. Keimapparat von Dr. F. Nobbe. — Die Vertiefungen in den vier Ecken dienen zur Aufnahme von kleinen Gläsern mit Ätzkali, um die Kohlensäure zu absorbieren. (Preis bei Paul Parey—Berlin 3 M, 1,50 fl.)

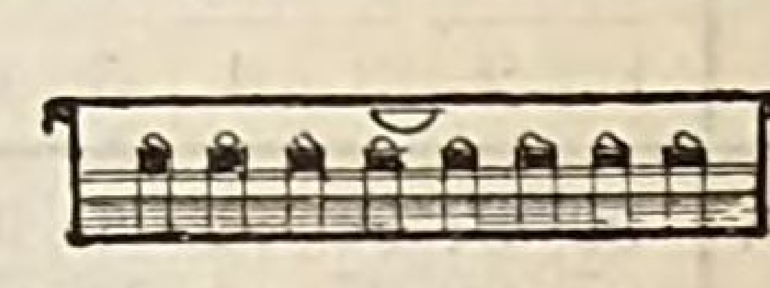


Fig. 92. Querschnitt durch den mit Deckel versehenen v. Liebenberg'schen Keimapparat. — Länge 42 cm, Breite 26 cm, Höhe 5 cm; Preis bei A. Rogenhofer, Wien VIII, Florianig. 42, 4 M., 2 fl.

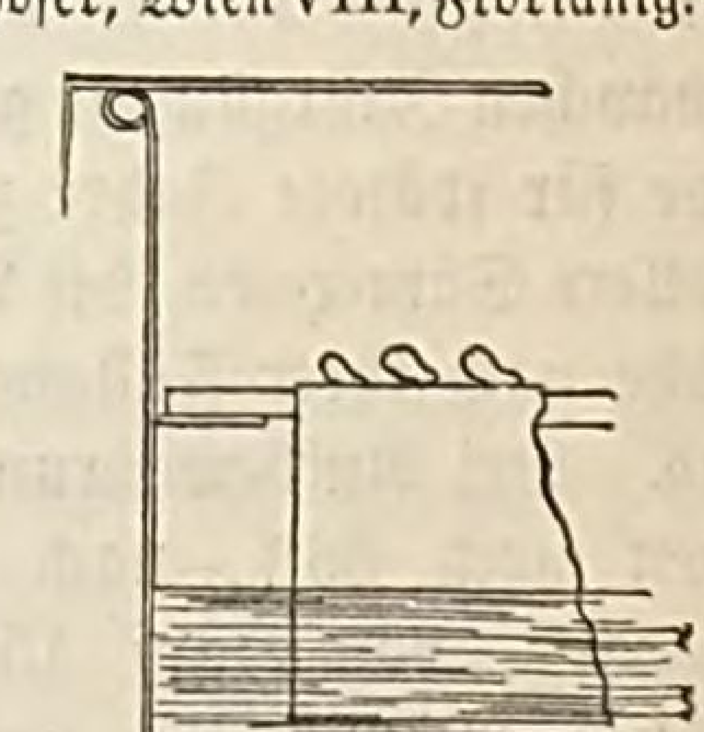


Fig. 93. Längenschnitt (1/2 natürlicher Größe) durch den v. Liebenberg'schen Keimapparat.

empfiehlt sich der Keimapparat von A. v. Liebenberg, Fig. 92 und 93. In einem Weißblechkasten sind in halber Kastenhöhe an den schmalen Seiten zwei 1 cm breite Blechstreifen angenietet, auf welche 8—14 1 cm breite und 0,3 cm dicke Glasstreifen lose aufgelegt sind. Letztere werden mit Streifen von Filterpapier so bedeckt, daß ihre beiden Längsseiten bis auf den mit Wasser bedeckten Boden des Kastens hinabreichen. Diese

durch die Kapillarität des Filterpapiers beständig feucht erhaltenen Streifen bilden das Keimbett des in Reihen eingelegten Samens. Die nötige Luftzirkulation wird durch sechs an den Wänden des Kastens verteilte, segmentförmige Öffnungen, zu welchen der nur lose übergreifende Kastendeckel die Luft ungehindert gelangen läßt, sowie durch ein in der Mitte des Deckels befindliches Loch, welches zugleich das Einsenken eines Thermometers gestattet, hergestellt.

Nach Nobbe sind von 100 reinen Samen einer guten Mittelware in Prozenten keimfähig:

Weizen . .	95—100	Wicke . . .	90—100	Hanf . .	95—98	Weißklee .	80— 90
Roggen .	95—100	Phaseole .	72—100	Runkelrübe	50-60[1])	Esparsette	70— 80
Gerste . .	95—100	Pferdebohne	90—100	Kohlrübe .	95—100	Spörgel .	95—100
Hafer . . .	90—100	Lupine . .	90—100	Wasserrübe	90—100	Engl. Raygras . .	85— 95
Buchweizen	80— 95	Raps . . .	95—100	Möhre . .	75— 90	Wiesen-Rispengras . .	70— 80
Mais . . .	90—100	Rübsen . .	95—100	Luzerne . .	85— 95		
Erbse . . .	95—100	Lein . . .	85—100	Rotklee .	85— 95		

Nach Nobbe (Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876, S. 358) hat von den Samen verschiedener Pflanzen im Keimapparat bei 16—18° C. in folgender Zeit in Tagen a das Würzelchen gespitzt, b die größere Hälfte gekeimt:

	a	b		a	b		a	b
Weizen . . .	1	3	Linse . . .	0—0	0—0	Luzerne . .	0,5	2—3
Roggen . . .	1	3	Pferdebohne .	3	4—5	Rotklee . .	0,5	2—3
Gerste . . .	1—2	3—4	Raps . . .	0,5	2—3	Weißklee . .	0,5	2—3
Hafer	1—2	5—6	Lein . . .	1—2	4—5	Esparsette .	3	6—7
Buchweizen . .	2	4	Runkelrübe .	3—4	6—7	Engl. Raygras	3	5—6
Mais . . .	3	4—5	Kohlrübe . .	0,5	2—3	Wiesen-Rispengras . . .	5—6	7—8
Erbse . . .	1—2	3—4	Möhre . . .	3—4	6—7			

Durch Addition von 1—3 Tagen erlangt man die Zeit, in welcher die in Erde gesteckten Samen, und von weiteren 2—4 Tagen die Zeit, in welcher die ins Freie ausgesäeten Samen zu erscheinen pflegen.

Nächst der Keimfähigkeit hat auch die äußere Beschaffenheit der Samen auf deren Eignung zur Saat Einfluß. Je größer die Masse des Samens, um so größere Keimpflanzen können aus demselben hervorgehen. Dieser Satz gilt nicht nur für die Samen verschiedener Arten — man vergleiche den Samen und das Keimpflänzchen vom Tabak mit jenem der Pferdebohne — sondern auch für die Samen ein und derselben Pflanzenart. Aus großen und schweren Körnern werden viel kräftigere Keimpflanzen, welche ungünstige Boden- und Witterungsverhältnisse viel sicherer überwinden, hervorgehen, als aus kleinen und leichten Samen. Überdies darf man von großen, zur Saat verwendeten Samen unter übrigens gleichen Umständen auch größere Samen bei der Ernte erwarten.

Nach Nobbe beträgt die Anzahl der in 1 kg einer guten Mittelware enthaltenen Körner in Tausenden:

Weizen . . .	24	Buchweizen . .	42	Phaseole . .	2	Lein	219
Roggen . . .	32	Mais	3	Lupine . . .	6—7	Runkelrübe .	35
Gerste	22	Erbse . . .	4	Raps . . .	193	Kohlrübe . .	328
Hafer	27	Wicke . . .	13	Rübsen . .	443	Wasserrübe .	383

[1]) 1 g Runkelrübensamen enthält 25—30 Knäule mit 230—240% Samen zu 80% Keimkraft gleich 50—60 Keimpflanzen pro g.

Möhre . . .	725	Rotklee . .	553	Esparsette .	49	Engl.Raygras	498
Luzerne . . .	464	Weißklee . .	1 500	Spörgel . .	778	Fioringras .	18 972

Das Samenkorn soll nicht nur groß und schwer, sondern auch ganz, unverletzt sein. Aus zerbrochenen Körnern geht zwar, sofern der Keim unverletzt, auch eine Pflanze hervor, die aber wegen Nahrungsmangel in der ersten Jugend stets schwach bleiben wird. Bei Kartoffeln geben ganze Knollen gegenüber den zerschnittenen Knollen, Augen rc. meist viel höheren Ertrag.

Nach Untersuchungen von van Tieghem (Bot. Ztg. 1873. S. 520) liefern der Länge nach in zwei Hälften oder in vier Teile geschnittene Embryonen von Mais, Sonnenblumen, mit Vernarbung der Schnittflächen 2 oder 4 Pflanzen. Einzelne getrennte Teile des Embryo wachsen so lange ihre Reservestoffe vorhalten. Nackte Embryonen keimten in Kügelchen aus einem Brei ihres eigenen zerriebenen Endosperm.

Aufgesprungene Hanf- und Buchweizenkörner sind nur zu 54, resp. 5% keimfähig.

Jede Abweichung von der einer Samenart eigentümlichen Form und Färbung beeinträchtigt gleichfalls die Verwendbarkeit des Samens zur Saat. Von verschrumpften Körnern, sog. Kümmelkörnern, lassen sich, wenn sie auch keimen, doch nur schwächliche, wegen ihrer unvollständigeren Ausbildung, wenig widerstandsfähige Pflanzen erwarten. Während der Ernte ausgewachsene Samen sind als Saatgut unbrauchbar. Eine abnorme Färbung des Samens läßt in der Regel eine Schädigung desselben durch schlechte Einerntung oder mangelhafte Aufbewahrung vermuten. Es sind daher z. B. zur Saat weniger geeignet: dunkel schmutziggelb gefärbte Weizensamen einer gewöhnlich wachsgelben Sorte, dunkelschwefelgelb gefärbte Gerstensamen, welche für gewöhnlich eine lichte, strohgelbe Farbe aufweisen, braune statt blond gefärbte Erbsen, Rotkleesamen, welche an Stelle der tiefvioletten Backen eine gleichmäßig gelbgrüne Mißfärbung zeigen, dunkelbraune, statt hellbraun gefärbte Luzernesamen, Hanfkörner, welche gleichmäßig gelblichweiß, ins Grünliche spielend, gefärbt sind oder sonst Samen, die nicht ihre gewöhnliche Färbung besitzen. An der Farbe und den Formverhältnissen der Embryonen läßt sich gleichfalls erkennen, ob die Samen keimfähig sind.

Nach Haberlandt (Wiss. prakt. Untersuchg. a. d. Gebiet des Pflanzenbaues. 2. Bd. Wien 1877, S. 64) haben die Embryonen absolut keimfähiger Samen von Weizen eine schöne gelblichgrüne, wachsgelbgrünliche, Gerste grünlichgelbe, Roggen gelblichgrüne, grüngelbe bis erdwachsgelbgrüne, Hafersamen gelbgrüne, Mais wachsgelbe, Buchweizen hellgelblich weißliche Farbe. Leinsamen zeigen gelblichweiße Wurzeln mit grüngelben Kotyledonen, Raps bläulichweiße Wurzeln mit grüngelben, weißlich gelben Kotyledonen, Runkelrübe bläulichweiße, helle Farbe und violette Wurzelspitze. Geschwächte Getreidekeime sind blaßgelb, schmutziggelb; noch mehr verdorbene Keime von Getreidesamen, sowie von Lein, Raps, Runkelrüben sind bräunlich bis braun und rotbraun. Nichtkeimfähige Maiskörner besitzen blasse, grünliche Wurzeln und ins Rötliche stechende Kotyledonen.

Jedem Samen kommt nicht nur eine eigentümliche Form und Färbung, sondern auch ein bestimmter Geruch zu. Tritt an Stelle desselben ein dumpfer Geruch, welcher durch die Vegetation des Pinselschimmels (Penicillĭum crustacēum) hervorgerufen wird, so kann man überzeugt sein, daß der Same durch schlechte Aufbewahrung gelitten hat. Weizen, welcher vom Steinbrandpilz ergriffen ist, riecht nach faulen Eiern oder faulen Fischen.

Schließlich darf bei der Auswahl des Saatgutes die Varietät nicht übersehen werden. Es können jedoch hierfür keine allgemeinen Anhaltspunkte gegeben

werden, da die Varietäten ein und derselben Kulturpflanze unter gleichen Boden- und klimatischen Verhältnissen sehr verschiedene Erträge geben. Die auf Anbauversuche in der betreffenden Örtlichkeit gestützte Erfahrung gewährt allein sicheren Anhalt für die Auswahl der Samenvarietät.

2. Die Reinheit des Samens.

Nächst der vorzüglichen Beschaffenheit ist die Reinheit des Samens von fremden Beimischungen, wie Unkrautsamen, Sand 2c. Erfordernis eines guten Saatkornes. Vor der Aussaat müssen alle Unkrautsamen und sonstigen fremden Beimischungen aus dem Saatgute entfernt werden. Bei kleineren Saatmengen wertvoller Pflanzen empfiehlt es sich, die Sonderung von Körnern und fremden Beimengungen selbst mit der Hand auszuführen. Bei größeren Mengen begnügt man sich mit dem Reinigen des Samens durch Werfen, Sieben oder auf einer Reinigungs- und Sortiermaschine. Dabei werden alle zur Saat unverwendbaren, unvollkommenen und gebrochenen Körner entfernt und gleichzeitig die Körner nach ihrer Größe gesondert. Die meist geringen Kosten, welche das Putzen und Sortieren der Saatwaare verursacht, sollten um so weniger gescheut werden, als die Verwendung reinen Saatgutes zur Erzielung unkrautfreier Felder unerläßlich ist.

In einer guten Mittelware sind nach Nobbe fremde Bestandteile in % enthalten:

Weizen	0 —1	Pferdebohne . .	0	Möhre	2 —5
Roggen	0 —1	Lupine	0	Luzerne	0,5—1,5
Gerste	0 —1	Raps	0 —0,5	Rotklee	0,5—1,5
Hafer	0 —1	Rübsen	0 —0,5	Weißklee	0,5—2
Buchweizen . . .	0,5—2,5	Lein	0,5—1,5	Esparsette . . .	0 —0,5
Mais	0 —1	Runkelrübe . . .	0,5—1,5	Spörgel	0,2—1
Erbse	0	Kohlrübe . . .	0 —0,5	Engl. Raygras .	0,5—2,5
Wicke	0,5—1	Wasserrübe . . .	0 —0,5	Wiesen-Rispengras	1 —5

Werden die Prozente an reinem Samen (Reinheitsprozente) mit jenen der Keimfähigkeit der reinen Samen multipliziert, und das Produkt durch 100 dividiert, so erhält man den Gebrauchswert oder die Keimfähigkeit der natürlichen Probe.

Als eindringliche Mahnung überhaupt nur gut gereinigten und geputzten Samen zur Saat zu verwenden, erwähnen wir, daß nach den Untersuchungen von F. Nobbe mit den im Samen der nachstehenden Pflanzen vorkommenden Bestandteilen, welche außer in Sand, Spreu 2c. zum nicht geringen Teil in Samen von Unkräutern, bisweilen auch von Giftpflanzen und Schmarotzern (Seide) bestehen, auf 1 ha ausgesäet werden:

Lein . . .	mit 5 %	Verunreinigung	335 100 Körner	(41 Arten)	Unkrautsamen.
Rotklee . .	„ 6,4 „	„ „	602 500 „	(44 „)	„ „
Frz. Raygras	„ 4,6 „	„ „	55 146 000 „	(45 „)	„ „

2. Die Samengewinnung und der Samenwechsel.

In vielen Fällen ist es vorteilhaft, den erforderlichen Samen selbst zu gewinnen. Wird mit Sorgfalt vorgegangen, so kann man oft einen ebenso guten, für die heimischen Verhältnisse oft brauchbareren Samen erziehen, als man von außenher erhalten kann. Durch die Auswahl der passendsten Bodenart, des geeignetsten Standortes für die Samenpflanzen und die sorgfältigste Ausführung der Saat, Pflege und Ernte gelingt es mindestens ein besseres, als das gewöhnlich gebaute Saatkorn zu erzielen. Daß manche Örtlichkeiten eine weit und breit wegen ihrer Vortrefflichkeit bekannte und gesuchte Saatwaare produzieren, hat neben

günstigen Vegetationsverhältnissen häufig nur seinen Grund in der weitgetriebenen Sorgfalt, welche bei der Kultur der Samenpflanzen und bei der Gewinnung des Samens angewendet wird.

Bei geringem Samenbedarf wähle man zur Samengewinnung jenen Teil der bestellten Felder aus, auf welchem die Pflanzen am vollkommensten entwickelt sind. Dieser Teil ist dann mit besonderer Sorgfalt zu pflegen, zu jäten und mit thunlichster Aufmerksamkeit zu ernten. Die gewonnenen Samenpflanzen werden am sichersten im Geströh an trockenen, luftigen Orten bis zur Verwendung aufbewahrt. Bei größerem Samenbedarf kann man eine passende Feldparzelle für die Samenzucht besonders sorgfältig vorbereiten und düngen. Bei Pflanzen, wie Tabak, Zuckerrüben, Mais 2c., von welchen wenige Körner zur Bestellung einer verhältnismäßig großen Fläche ausreichen, kann die Sorgfalt bei der Kultur und Samengewinnung selbst auf das einzelne Pflanzenindividuum ausgedehnt werden. Den Samen nimmt man von den kräftigsten, jedoch im Blattwerk nicht zu üppig entwickelten Pflanzen und bewahrt denselben bis zur Verwendung sorgfältig auf.

Auf der sorgfältigsten Fortzucht der von den vollkommensten Pflanzen ausgesuchten Fruchtstände und von diesen wieder der vollkommensten Samenkörner beruht das Hallet'sche Samenzuchtverfahren (Pedigree, Veredlungs-, Selektions-Verfahren), gegen welches jedoch die Einwendungen gemacht werden, daß dadurch immer später reifende Sorten entstehen und daß nur Merkmale berücksichtigt werden, welche von einem Jahre zum anderen, je nach Boden und Jahreswitterung außerordentlichen Schwankungen unterliegen, während Merkmale unberücksichtigt bleiben, welche mehr auf einer spontanen Variation zu beruhen scheinen, wie z. B. Armachsigkeit bei Weizensorten. Wie sehr übrigens eine Auswahl der Samen je nach ihrem Vorkommen an verschiedenen Stellen des Fruchtstandes gerechtfertigt ist, ergiebt sich aus Folgendem. Dr. Heinrich (Landw. Wchbl. Wien 1870, S. 606) fand an den Roggenkörnern je nach ihrer Stellung an den beiden Enden oder der Mitte der Ähre folgende Unterschiede: 100 Körner wogen aus den

untersten Ährchen	1,5262 g	spez. Gewicht	1,2926
obersten Ährchen	1,5415 „	„ „	1,2904
aus der Ährenmitte	3,6656 „	„ „	1,3336

Nach v. Nathusius—Königsborn (Annal. d. Landw. XXII. S. 78) fand sich das leichteste Weizenkorn mit 0,017 g an der Spitze der Ähre, das schwerste mit 0,058 g in der Mitte, während am Grund der Ähre nur rudimentäre Körner vorkamen.

Patrik Shirreff (Die Verbesserung der Getreidearten. Übers. von Dr. R. Hesse. Halle a. S., 1880) bestreitet dagegen die Möglichkeit durch Kultur erhebliche Veränderungen hervorzurufen und hält die Auffindung neuer, spontan auftretender Varietäten (Zuchtwahl), sowie deren künstliche Hervorrufung durch Kreuzung für das einzige Mittel die Getreidearten zu verbessern. In ähnlicher Weise züchtete Shiriff den Square-head-Weizen.

Wer frühe Sorten erziehen will, muß aus einer größeren Zahl keimender Samen jene auslesen, bei welchen die Keimung zuerst erfolgt und bei der Ernte jene Ähren bezeichnen und davon die Körner nehmen, welche am frühesten blühen.

Unter ungünstigen Verhältnissen kann jedoch bei der sachkundigsten Behandlung kein guter Same gewonnen werden, da jede Pflanze ihre besonderen Ansprüche an Boden und Klima macht. Für solche Örtlichkeiten empfiehlt sich der Samenbezug von auswärts oder das Wechseln des Samens. Die etwaigen Mehrkosten des fremden Saatgutes lohnen sich durch die anzuhoffenden höheren Ernteerträge. Dieses Wechseln muß jedoch, soll es erfolgreich bleiben, öfter wiederholt werden,

nachdem der fremde Same, wenn er auch anfänglich reicheren Ertrag, als der einheimische gewährt, doch mit der Zeit, je nach der Pflanzenart, in ein oder mehreren, höchstens 3—4 Jahren, seine Eigentümlichkeit verliert und sich nicht mehr von dem ortsüblichen Samen unterscheidet. Kann der Same von auswärts billiger, als der eigengebaute Samen bezogen werden, wie z. B. bei Klee-, Gras-, Gemüsesamen, so wird man gleichfalls den fremden Samen vorziehen. In jedem Fall hat man fremde Samen vor ihrer Verwendung möglichst sorgfältig auszuputzen, um sich nicht der Gefahr auszusetzen, lästige, oft schwer ausrottbare Unkräuter einzuschleppen.

An das durch Samenwechsel zu beschaffende Saatgut hat man vornehmlich folgende Ansprüche zu stellen: 1. Frühreife, 2. Widerstandsfähigkeit gegen Winterfrost, Sommerdürre, Schmarotzerpilze und gegen die Lagerung, 3. bessere Qualität und größere Quantität des zu erzielenden Ernteproduktes.

Ein näheres Eingehen auf die Ausführung des Samenwechsels muß bei der Verschiedenartigkeit der Kulturpflanzen in dieser Beziehung dem II. Band: „Die Pflanzenbaulehre“. 3. Aufl. Berlin 1881, vorbehalten bleiben.

3. Die Saatzeit.

Damit der Keim im Samen zur Entwickelung gelange, müssen die Reservestoffe aufgelöst und dem Keim zugeführt werden. Zum Keimen ist daher Wasser und außer diesem der Sauerstoff der Luft und je nach der Pflanzenart ein bestimmter Wärmegrad erforderlich. Je nach den Wärmeansprüchen werden die Pflanzen zu verschiedenen Zeiten anzubauen sein. Pflanzen, welche wie Roggen, Weizen, zuweilen auch Gerste, Raps, Rübsen, Erbsen, Wicken, unsere Winterkälte vertragen, werden im mittleren Europa (45—55° n. Br.) im Herbst angebaut, damit sie im nächsten Frühjahre, unterstützt durch die Winterfeuchte, um so schneller heranwachsen können. Im Frühjahre werden dagegen alle in der Jugend gegen Winterkälte empfindlicheren, einjährigen und auch die meisten zwei- und mehrjährigen Kulturpflanzen angebaut. Den Anbau der ersteren Pflanzen, der Winterfrüchte, bezeichnet man nach der Zeit der Ausführung als den Herbst- oder Winteranbau, den der letzteren als den Frühjahrs- oder Sommeranbau. Neben diesen beiden Saatzeiten kommt in wärmeren Landstrichen mit mildem Spätsommer auch noch eine Aussaat nach dem Getreideschnitt, der Stoppelfruchtbau vor.

Der besondere Zeitpunkt zur Ausführung der Saat richtet sich nach dem Eintritt der erforderlichen Wärme, nach den Wärme- und Feuchtigkeits-Bedürfnissen der Keimpflanze und der wachsenden Pflanze, nach der Vorbereitung und nach dem Feuchtigkeitszustande des Bodens.

1. Der Winteranbau.

Im Herbst muß die Saat jedenfalls vollendet sein, bevor die Vegetation bei einer mittleren Tagestemperatur von 5° C. zum Stillstande kommt. Es ist jedoch vorteilhafter, die Saat schon früher auszuführen, da nicht nur der Same einige Tage zum Keimen benötigt, sondern auch die Saat zur entsprechenden Bestockung (Entwickelung von Seitensprossen) noch Zeit bedarf. Die Bestockung hört auf, wenn die mittlere Tagestemperatur auf 9° C. gesunken ist. Zu spät gesäete

Pflanzen fangen bei zusagender Witterung im Frühjahre schon zu schossen an, obgleich sie noch nicht Zeit genug gehabt haben, genügende Mengen von Bildungsstoffen für eine kräftige Entwickelung zu assimilieren. Säet man anderseits zu frühzeitig, so werden sich die Pflanzen zu reichlich bestocken, dadurch leichter dem Verfaulen über Winter ausgesetzt sein und zu ungleich reifende Halme ausbilden.

Für den hohen Wert der rechtzeitigen Aussaat des Getreides für dessen Entwickelung sprechen unter andern die Versuche von H. Thiel (Zentralbl. f. Agrikultur-Chemie II. Jahrg. 1873. S. 48). Je 357 Körner Weizen ergaben bei verschiedener Saatzeit am 29. Juli die folgenden Ernteresultate:

gesäet am	Stöckeanzahl	Ährenanzahl	Ähren pro Stock	Strohlänge
9. Oktober,	334	4 050	12,1	130 cm
16. „	315	4 676	14,8	147 „
23. „	286	5 681	19,8	140 „
30. „	242	4 530	18,7	140 „
6. November	230	4 081	17,7	126 „
13. „	252	2 900	11,5	120 „
20. „	194	2 346	12,1	116 „
27. „	185	2 150	11,6	114 „

Neben der Wärme und Feuchtigkeit erfordert auch der Zustand des Bodens bei Feststellung der Saatzeit eine eingehende Berücksichtigung. Im allgemeinen wird man im rauhen, kalten Klima bei gebundenem Boden im Herbst früher, im milden, warmen Klima bei losem Sandboden später anbauen. Ist der Herbst trocken, wird eine frühe, ist er feucht, eine spätere Saat besseres Gedeihen erwarten lassen.

Unterm 48° n. Br. werden die Saaten je nach der mittleren Tagestemperatur ungefähr in der folgenden Reihenfolge, welche jedoch durch die jeweilige Herbstwitterung und durch den Stand der Vorbereitung des Feldes mannigfaltige Änderung erfährt, auszuführen sein:

Mittl. Tagestemp.	Monat	Pflanzenart.
20—15° C.	Anfang — Ende August.	Winterraps, Inkarnatklee,
18—14° C.	Ende August — Mitte September.	Winterrübsen (Wintergerste),
16— 9° C.	1. Hälfte Sept. — Mitte Oktober.	Winterroggen, Winterweizen, Spelz, Klee unter Wintergetreide.

2. Der Sommeranbau.

Im Frühjahre muß mit dem Anbau gewartet werden, bis das Feld soweit abgetrocknet ist, daß es zur Saat hergerichtet werden kann. Bei zu früher Saat würde der Same wegen Mangel an Wärme gar nicht oder zu langsam keimen und daher der Gefahr des Verfaulens oder der Unterdrückung durch aufkeimendes Unkraut ausgesetzt sein. Manche Keimpflanzen (Mais, Phaseolen) sind überdies sehr empfindlich gegen Frost, weshalb sie erst später, nachdem die Zeit der Fröste vorüber, gesäet werden können. Samen, wie von Klee, Pferdebohnen, Erbsen, welche viele Feuchtigkeit zum Keimen brauchen, desgleichen Samen, wie von Hafer, Pferdebohnen ꝛc., welche Pflanzen mit langer Vegetationszeit angehören, hat man dagegen so zeitig als thunlich anzubauen.

Boden, Klima und Witterung entscheiden jedoch auch hier, wie bei den Wintersaaten über den genaueren Zeitpunkt der Saat. Im rauhen, feuchten Gebirgs-

klima wird die Frühjahrssaat später, als im milden, trockenen Klima vorzunehmen sein. Auf gebundenem Boden, der lange feucht bleibt, verzögert sich die Saatzeit gleichfalls, während auf lockerem Boden, der rasch abtrocknet, so früh als thunlich zur Saat geschritten werden muß, um die Winterfeuchtigkeit nach Möglichkeit auszunutzen.

Unterm 48° nördl. Breite wird die ungefähre Reihenfolge der Saaten im Frühjahre, unter demselben Vorbehalt wie für den Winteranbau, die folgende sein:

Mittl. Tagestemp.	Zeit.	Pflanzenart.
5— 9° C.	Anfang März — Anfang April.	Sommerroggen, Sommerweizen, Sommeremmer, Hafer, (Gerste,) Kleearten, Serradella, Pferdebohne, Erbse, Linse, Wicke, Lupine, Linsenwicke, Kicher, Anis, Fenchel, Topinambur, Frühkartoffel, Kuhkohl, Kraut im Samenbeet.
9—12° C.	Anfang — Ende April.	Gerste, Zucker- und Futterrübe, Kartoffel, Möhre, Kohlrabi, Zichorie, Mohn, Ölrettich, Leindotter, Sonnenblume, Lein, Senf, Sommerraps, Madie, Weberkarde, Spörgel, Grünmais, Kohlrübe, Kümmel.
12—18° C.	Anfang Mai bis erste Hälfte Juni	Hanf, Körnermais, Rispenhirse, Mohar, Mohrenhirse, Soja, Krapp, Phaseole, Kürbis, Tabak, Buchweizen, Sommerrübsen, Malve.

3. Der Stoppelfruchtbau.

In milden Gegenden mit feuchter Herbstwitterung kann auf das schon einmal abgeerntete, genügend kräftige Feld noch eine zweite Saat, die Stoppelfruchtsaat zur Ausführung kommen. Am gewöhnlichsten baut man die Stoppelfrüchte in die aufgebrochene Getreidestoppel, um entweder noch eine zweite Körnerernte oder noch häufiger um durch den Anbau schnellwachsender Pflanzen Material zur Gründüngung oder Futter zu gewinnen. Als Stoppelfrüchte werden gebaut: Buchweizen, Stoppel- oder Wasserrüben, Möhren, Rübsen, Senf, Grünerbsen und Wicken, Grünmais, Spörgel, Inkarnatklee und andere Futterpflanzen. Der Erfolg der Stoppelsaat hängt davon ab, ob es unter Zuhilfenahme von rasch wirkenden Düngern, wie Jauche, Guano, Blutdünger 2c. möglich, den Boden sofort, noch während des Einführens der ersten Ernte umbrechen zu können, um die Saat noch früh genug vollenden zu können. Bei alledem wird der Stoppelfruchtbau nur in milden Lagen mit günstiger, nicht zu trockener Herbstwitterung und auf einem kräftigen, in guter Kultur stehenden Boden gelingen, da nur unter solchen Verhältnissen die Stoppelfrüchte Feuchte und Wärme, die beiden Bedingungen für ihr Keimen und Ausreifen, finden können.

4. Die Säemaschine.

Der Erfolg der künftigen Ernte hängt nicht nur von der guten Beschaffenheit des Samens, sondern auch von der sachgemäßen Ausführung der Saat ab. Wirt-

schaftlich ist die Saat ausgeführt, wenn mit der möglichst geringsten Saatmenge ein möglichst hoher Ernteertrag erzielt wird. Eine der ersten Bedingungen zur Erreichung dieses Zieles ist die Aussaat von gleich viel Samen auf jede Feldstelle. Wird diese Bedingung erfüllt, so wird kein Same überflüssig hinausgeworfen und der höchste Rohertrag durch die Gleichmäßigkeit des späteren Pflanzenstandes gewährleistet, da jeder Pflanze gleich viel Nährstoffe des Bodens und der Luft zu ihrer Entwickelung zukommen können.

Gewöhnlich wird die Saat mit der Hand ausgeführt, in neuerer Zeit fast ebenso häufig mit der Maschine.

Mit der Säemaschine wird auf einem ebenen und mäßig gewellten Felde der Same viel gleichmäßiger ausgestreut, als dies selbst dem geübtesten Säemann gelingen kann. Überdies wird die Saat mit der Maschine schneller und oft auch billiger ausgeführt, weshalb der günstigste Zeitpunkt zur Ausführung derselben gewählt werden kann; Umstände, von welchen die Vollkommenheit der Saat und die Größe der künftigen Ernte wesentlich abhängen. Nur in Gebirgsgegenden, oder auf stark hügeligen Feldern werden diese Vorteile, welche der Maschinensaat gegenüber der Handsaat zukommen, durch die Schwierigkeiten mehr als aufgewogen, welche sich der Anwendung der Maschine entgegenstellen.

Mit der Hand oder der Maschine kann der Same entweder unregelmäßig — breitwürfig — über das zur Saat genügend vorbereitete Feld gestreut, oder in Reihen — Reihensaat —, oder in regelmäßigen Abständen (im Verband) — Dibbelsaat — in den Boden gelegt werden. Bei den beiden letzteren Saatmethoden wird der Same gleichzeitig in den Boden untergebracht, während derselbe bei der Breitsaat erst nachträglich mit Erde bedeckt werden muß. Die Säemaschinen werden daher unterschieden in: 1. Breitsäemaschinen, 2. Reihensäemaschinen (Drills, Drillsäemaschinen) und 3. Dibbelsäemaschinen.

In der Anordnung der wesentlichsten Teile stimmen alle Säemaschinen überein. Jede Säemaschine besitzt ein Wagengestell, Fig. 99 (S. 210) A, mit oder ohne Steuerungsvorrichtung, den Saatkasten B und die Saatleitung C.

Das Wagengestell ruht auf 2, 3 oder 4 Rädern, welche durch Zahnradübersetzungen uu, den Samenverteilungsapparat in Bewegung setzen. Von seiner Breite hängen die Leistungs- und Transportfähigkeit ab. Die Breitsaatmaschinen erhalten gewöhnlich eine Breite von 2,5—4 m. Ihre Leistungsfähigkeit beträgt im letzteren Fall 10 ha pro Tag. Um bei einer Breite von 3,76 m den Transport auf das Feld zu erleichtern, hat H. F. Eckert—Berlin seine Breitsäemaschinen derart eingerichtet, daß die Maschine wie in Fig. 94 ersichtlich, der Länge nach gefahren werden kann. Die Spurbreite der für Getreide meist 13—17reihigen Drill- und für Rüben, Mais 4reihigen Dibbelsäemaschinen beträgt 1,8—2 m. Zur größeren Ausnutzung der Zugkraft und der Bedienung werden aber auch gegenwärtig Maschinen, wie z. B. die Germania-Drill- und Dibbelsäemaschine von W. Siedersleben—Bernburg (Gewicht 24reihig 800 kg, Preis 1 100 *M.*) oder die Zwillingsdrillsäemaschine von E. Kühne—Wieselburg (Gewicht 26reihig 800 kg, Preis 600 fl.) bis zu einer Spurbreite von 3,77 resp. 3,06 m gebaut und damit die Leistungsfähigkeit von 4—5,5 ha pro Tag bei gewöhnlicher Spurbreite bis auf 12 ha pro Tag gesteigert. Die Breitsäemaschinen und die amerikanischen Drillsäemaschinen besitzen gewöhnlich kein Vordergestell, während die europäischen Drill-

säemaschinen durchwegs mit Vordergestellen versehen werden. Das Vordergestell ist zum richtigen Anschluß der Drillreihen unbedingt notwendig, es wird entweder mit einem seitwärts befindlichen, Fig. 104, S. 212 (Vordersteuer), oder mit einem nach rückwärts gehenden Hebel (Hintersteuer) gesteuert. Im letzteren Fall genügt zur Bedienung der Maschine ein Arbeiter, im ersteren Fall muß noch hinter der Maschine ein Arbeiter die Wirksamkeit des Säeapparates und die Ordnung der Saatschare beaufsichtigen.

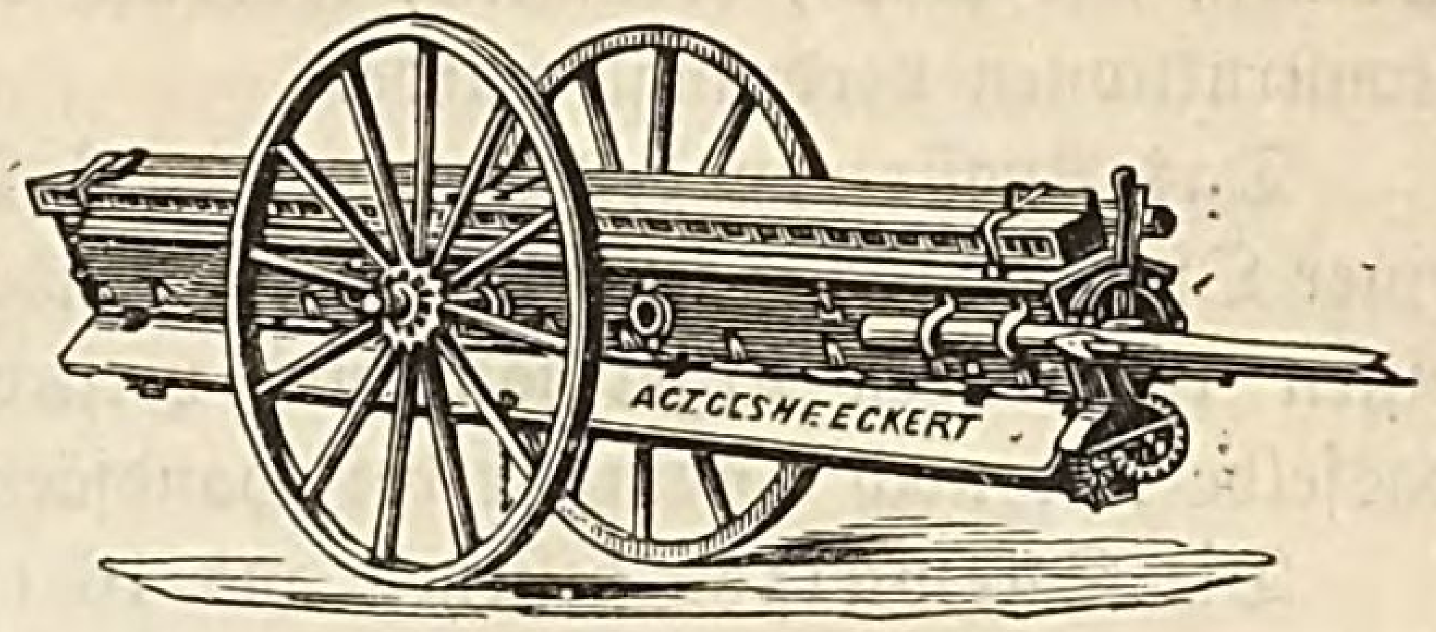


Fig. 94. Thorn'sche Breitsäemaschine mit Säewalzen von H. F. Eckert — Berlin, für den Transport langfahrend zusammengestellt. — Breite 3,75 m, Gewicht 264 kg, Tagesleistung 9—10 ha, Preis Modell Z 240 ℳ.

Der Saatkasten besteht meistens aus zwei Abteilungen, von welchen die obere, Fig. 99a, zur Aufnahme des auszusäenden Samens dient, während die untere, d, den Samenausstreuapparat enthält. Ein angemessener Fassungsraum der ersten Abteilung, ist für Breitsäemaschinen 1,5 hl, für Drill- und Dibbelsäemaschinen 0,75—1 hl. Ist der Raum zu klein, so wird die Arbeit durch das öftere Nachfüllen (meist 2—3 Füllungen pro ha) sehr behindert.

Die größten Verschiedenheiten kommen in der Konstruktion des Samenausstreuapparates vor; derselbe mag was immer für eine Form erhalten, so kann er doch stets für alle drei Gattungen von Säemaschinen in gleicher Weise angewendet werden. Derselbe besteht aus einer Säewelle, welche von den Fahrrädern aus durch eine Zahnrad- oder Kettenradübersetzung zur Umdrehung gebracht wird und aus dem auf der Säewelle in bestimmten Abständen aufgeschobenen Ausstreuapparat, welcher den Samen zu verteilen und den Saatleitungen zuzuführen hat. Die bekanntesten Ausstreuvorrichtungen sind:

1. Kapseln oder Trommeln (Williamson, Hohenheimer Kapselsäemaschine).
2. Rotierende Scheibe oder Kegel (Ausstreuung durch Tangentialkraft).
3. Säewalzen (Duket's Bürstensystem, Alban'sche Walzen, Thorn'sche Walzen Fig. 94).
4. Schaufelräder (Slight, Bürstenwalzen-System, Reid'sche Säescheiben oder Wurfräder, Fig. 95, amerikanische Druck- oder Schubräder, Fig. 98, S. 209).
5. Löffelscheiben (Cook's, Garrett's System, Fig. 99, S. 210).
6. Zellenräder (Säeräder oder Schöpfräder, Fig. 100 und 101, S. 211).

Die Bemessung des Saatquantums wird bei 1—4 meist durch Schieber, welche die Ausstreuöffnungen beliebig erweitern oder verkleinern, bei 5 und 6 durch Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Säewelle bewerkstelligt, zu welchem Zweck den letzteren Maschinen eine entsprechende Anzahl Wechselräder beigegeben werden.

Am einfachsten ist der Samenausstreuapparat bei den Trommelsäemaschinen. Er besteht aus einer Mehrzahl von Öffnungen, welche am Umfang von Kapseln mit 0,16 m Durchmesser angebracht sind und die durch einen gleichfalls durchlöcherten, verschiebbaren Ring verschieden weit offen erhalten werden können, um das Saatquantum zu bemessen. Diese Einfachheit in der Konstruktion ist dadurch möglich gemacht, daß der Samenkasten, die etwa 1,75 l fassende Kapsel, nicht

wie gewöhnlich fest, sondern, vermittelst der durch die Kapseln gesteckten Welle, drehbar eingerichtet ist. Die Samenverteilung ist jedoch nur bei runden, glatten Samen, wie Raps, verläßlich, weshalb diese Art von Säemaschinen durch andere Konstruktionen verdrängt wurde.

Das Ausstreuen des Samens durch Tangentialkraft, bei welchem der aus einer Öffnung des Säekastens ausfließende Same auf eine rotierende Scheibe oder einen rotierenden Kegel fällt und verstreut wird, ist sehr unzuverlässig, weshalb dasselbe nur noch vereinzelt bei Handsäemaschinen zur Anwendung gelangt.

Die Säewalzen bestehen aus 16 cm langen, hölzernen Walzen, welche am Umfang mit Löchern oder zellenförmigen Vertiefungen versehen sind. Über denselben sind meist kleine blecherne Zulauftrichter angebracht, durch deren Verschiebung die Mündungen der Zellen, zum Aussäen geringerer Saatmengen, teilweise verdeckt werden können. Damit die Zellen immer gleichviel Samen bei der Umdrehung der Walzen aufnehmen, wird der Überfluß durch kleine an den Blechtrichtern befestigte Bürstchen abgestreift. Die vorzüglichste Maschine dieser Art ist die besonders früher viel verbreitete Breitsäemaschine von Alban (Breite 3,4 und 3,75 m, Gewicht 210 kg, Preis 234 *M.*, 117 fl.), welche seither durch die neueren Konstruktionen von Kämmerer, Eckert ꝛc. überholt wurde.

Gegenüber den eben angeführten Konstruktionen werden gegenwärtig die Schaufelräder, Löffelscheiben und Zellenräder zur Verteilung des Samens viel häufiger verwendet.

Die Schaufelräder bestehen aus einer Mehrzahl verschieden geformter Scheiben, welche sich dicht über oder unter Öffnungen im Boden des Säekastens

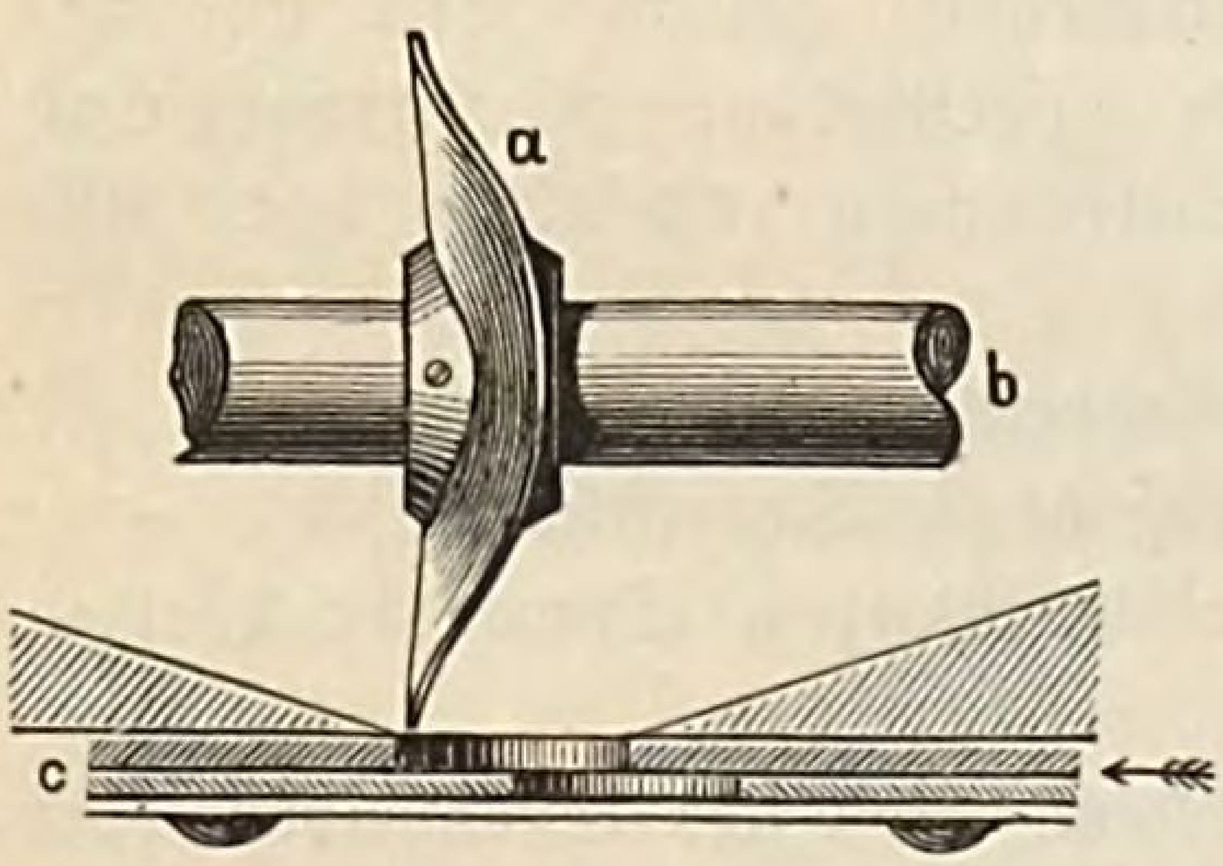


Fig. 95. Reid'sche Säescheibe. — a Säescheibe, b Säewelle, c stellbarer Schieber.

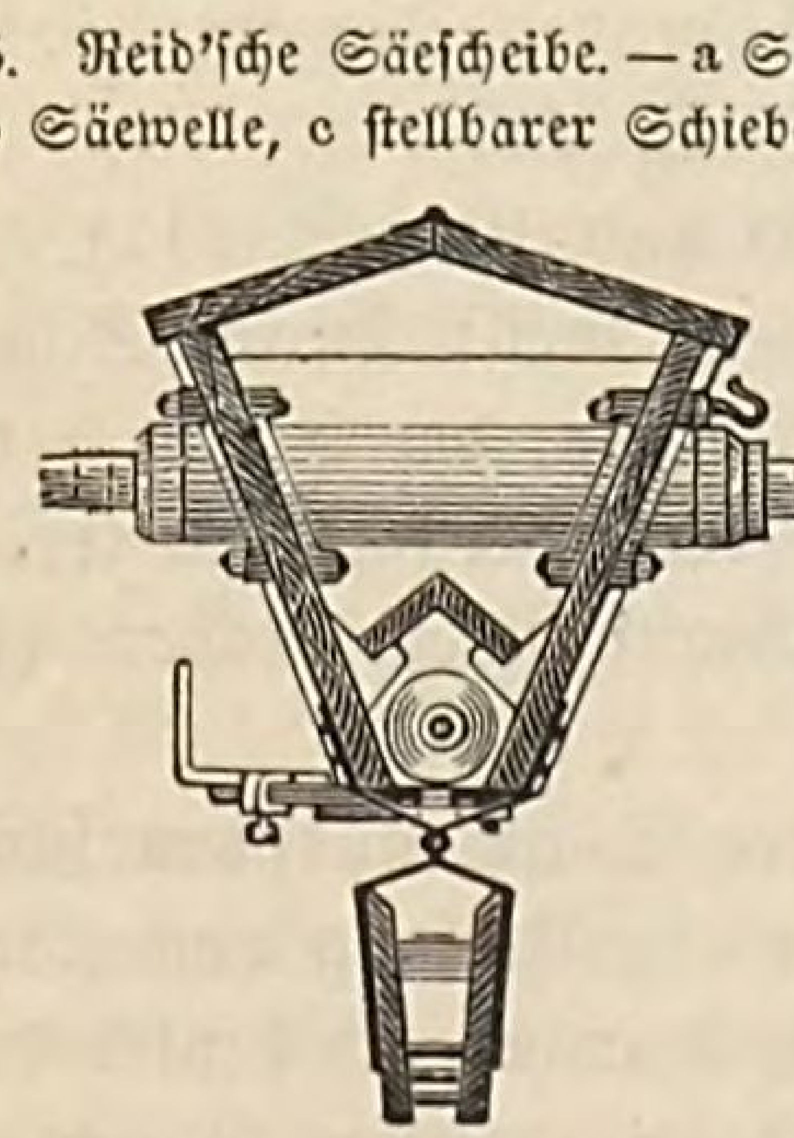


Fig. 96.

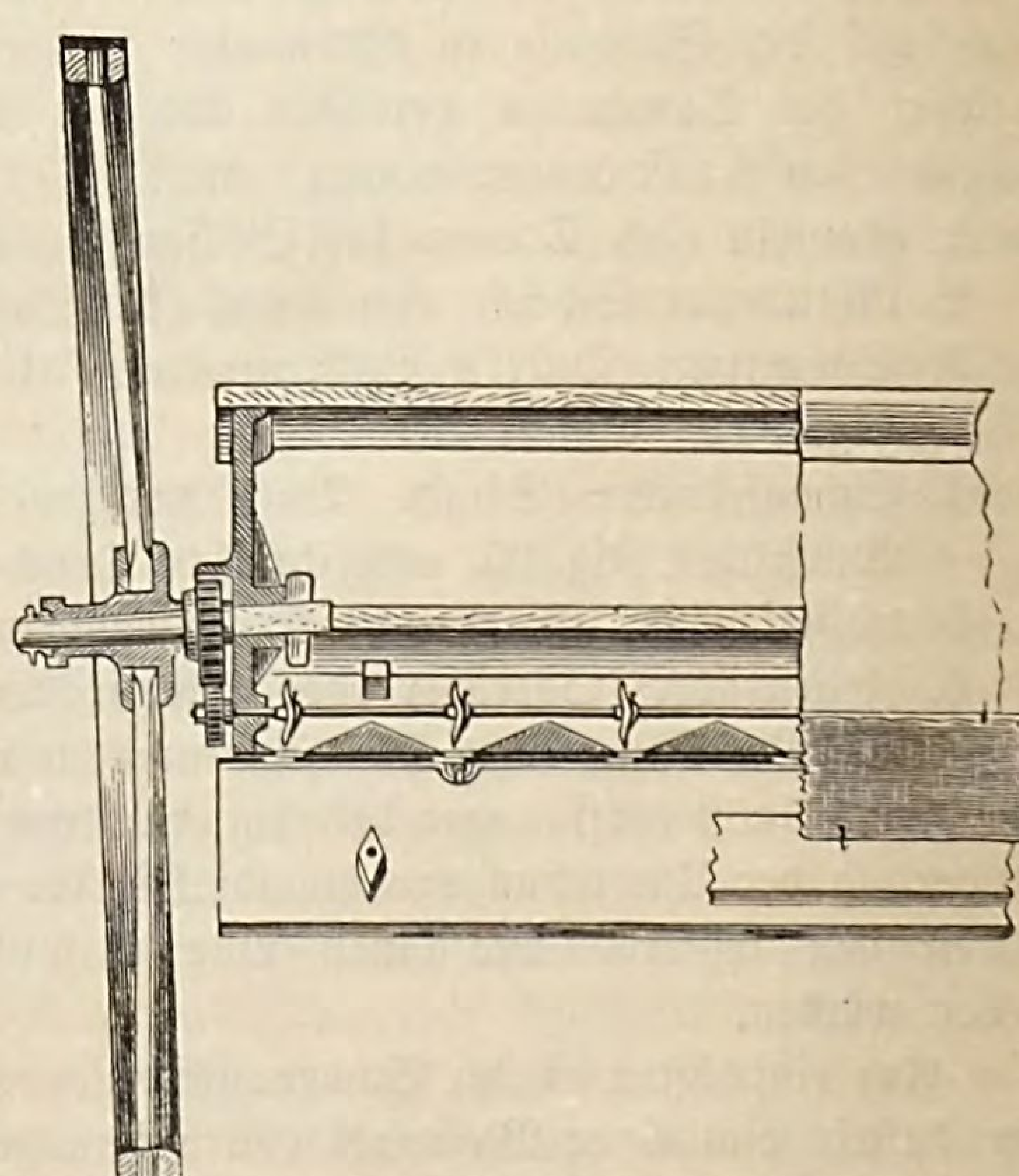


Fig. 97.

Fig. 96. Querschnitt; Fig. 97. Längsschnitt durch die Universal-Breitsäemaschine von H. F. Eckert. — Gewicht 225 kg, Breite 3,76 m, Leistung pro Tag 9—10 ha, Preis Modell GP 200 *M.*

befinden. Bei ihrer Umdrehung wird der Same aus den Öffnungen ausgestreut. Eine sehr zweckmäßige, dauerhafte Form dieser Schaufelräder sind die Reid'schen Säescheiben, Fig. 95, welche Eckert bei seiner Universal=Breitsäemaschine, Fig. 96, im Querschnitt und Fig. 97 im Längsschnitt, anwendet. Die Säescheiben, Fig. 95a, welche in bestimmten Abständen, Fig. 97, an der Säewelle b aufgeschoben sind, bewirken durch ihre wellenartige Form ein stetiges Verschieben der Körner, wodurch ihr Ausfließen aus den Öffnungen im Boden des Säekastens geregelt wird. Zur Bemessung der Samenmenge läßt sich mit einem Stellhebel, welcher auf einer Skala das auszusäende Quantum genau angiebt, die Schiene c derart verschieben, daß die Ausstreuöffnung verkleinert oder selbst ganz geschlossen wird. Um ein stärkeres Aussäen zu verhindern, ist nach der ganzen Länge des Saatkastens über der Säewelle und den 22 Säescheiben eine Schutzklappe angebracht, welche den Säekasten, Fig. 97, gleichzeitig in den Samenvorrats= und den Samenverteilungsraum scheidet.

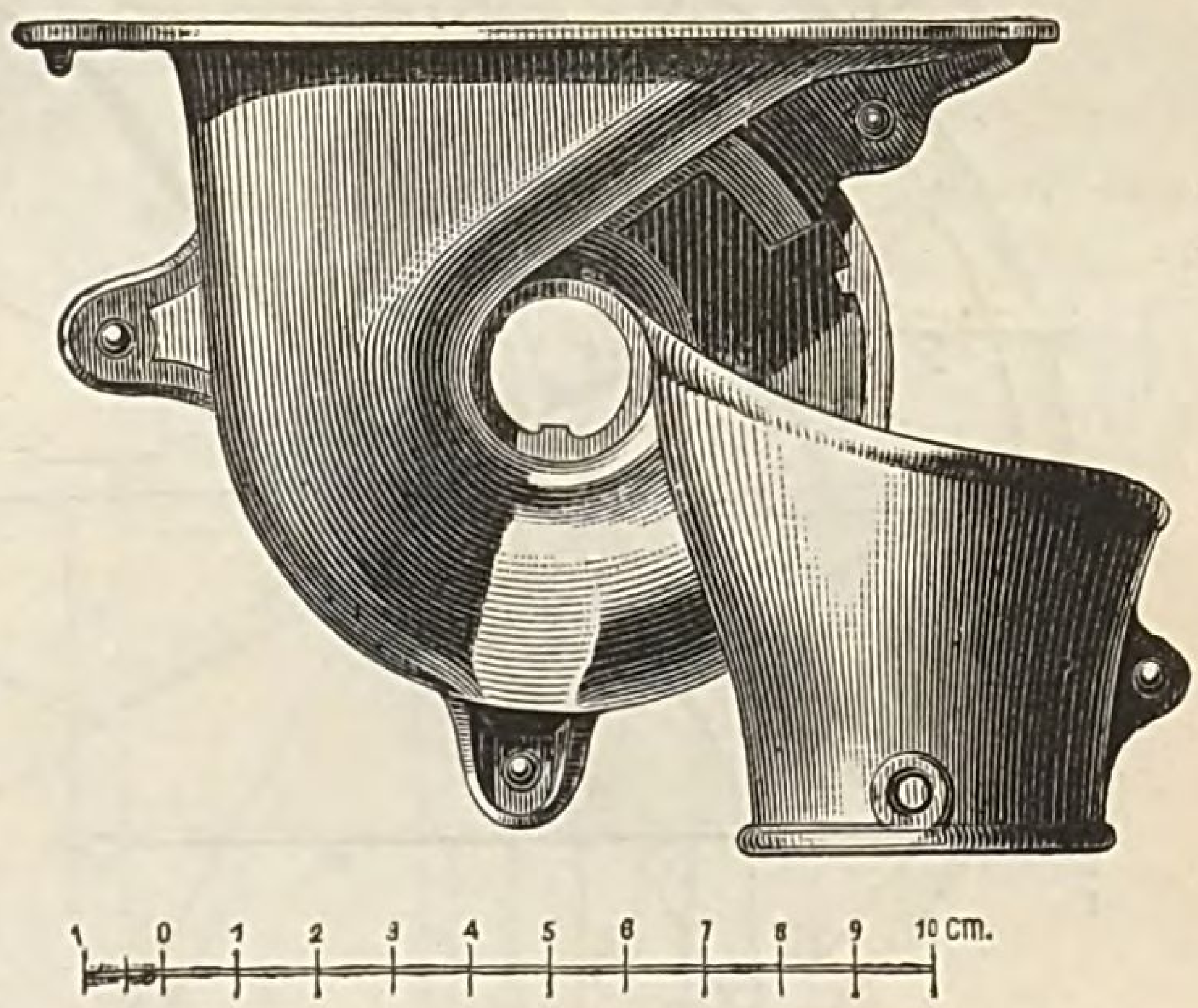


Fig. 98. Säeapparat des „Farmers Favorite" Drill, Seitenansicht.

Bei den amerikanischen Säemaschinen werden mannigfaltige Formen von Schaufelrädern angewendet, welche zum Unterschied von den vorigen unter dem Samenkasten befestigt sind. Bei „Farmers' Favorite" Drillsäemaschine, Fig. 98, besteht z. B. der Säeapparat aus Kapsel, Druckrad und Saatleitungs=Trichter. Das Schaufel= oder Druckrad ist an seinem Umfang mit einem Kranze versehen, dessen innere Flächen mit sehr schwachen Vorsprüngen armiert sind. Letztere haben die Aufgabe, das Getreide bei der Umdrehung des Druckrades bis zur Öffnung der Kapsel gegen den Saatleitungstrichter mitzunehmen, wo dasselbe dann herausgedrückt wird. Die Saatmenge wird durch Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Säewelle reguliert.

Bei den Löffelscheiben=Säemaschinen wird der Samenverteilungs=Apparat von Scheiben, Fig. 99e gebildet, an welchen jederseits, nahe dem Umfang, 14—22 schmiedeeiserne, oder wegen der gleichen Form aus schmiedbarem Gußeisen hergestellte Löffel angenietet sind. Mehrere dieser Löffelscheiben, welche 18—22 cm Durchmesser besitzen, werden in bestimmten Abständen an einer vierkantigen Säewelle aufgeschoben. Der Same, welcher von den Löffeln bei der Umdrehung der Scheiben aus dem unteren Teil des Saatkastens geschöpft wird, fällt, sobald die Löffel ihre höchste Stellung erreicht haben, in den blechernen Säetrichter f, dessen oberer Rand so geformt ist, daß er allen von den Löffeln geschöpften Samen aufzufangen vermag. Das Wandstück h des Trichters läßt sich durch den Draht g um ein Scharnier drehen und in die in der Figur 99 gezeichnete Stellung bringen, bei welcher die Mündung des Trichters verschlossen ist; der geschöpfte Same wird dann durch die offene Wand bei h wieder in den Saatkasten zurückfallen. Durch diese Einrichtung ist es möglich, die eine oder

andere Saatzuführung nach Bedarf außer Betrieb zu setzen. Um die Säewelle mit den Löffelscheiben leicht auswechseln zu können, stecken die Saattrichter zum leichten Abnehmen mit ihrem unteren Ende in vierkantig ausgeschnittenen, mit Blech ausgefütterten Öffnungen des Samenkastens.

Um mit ein und denselben Löffelscheiben verschieden große Samen aussäen zu können, verwendet man die Smyth'schen Doppellöffel, welche auf ihrer Rückseite mit kleineren Höhlungen versehen sind. Durch einfaches Umkehren der Löffelwelle ist es möglich, aus den kleineren Vertiefungen auch Raps, Klee, überhaupt feinere Sämereien auszusäen.

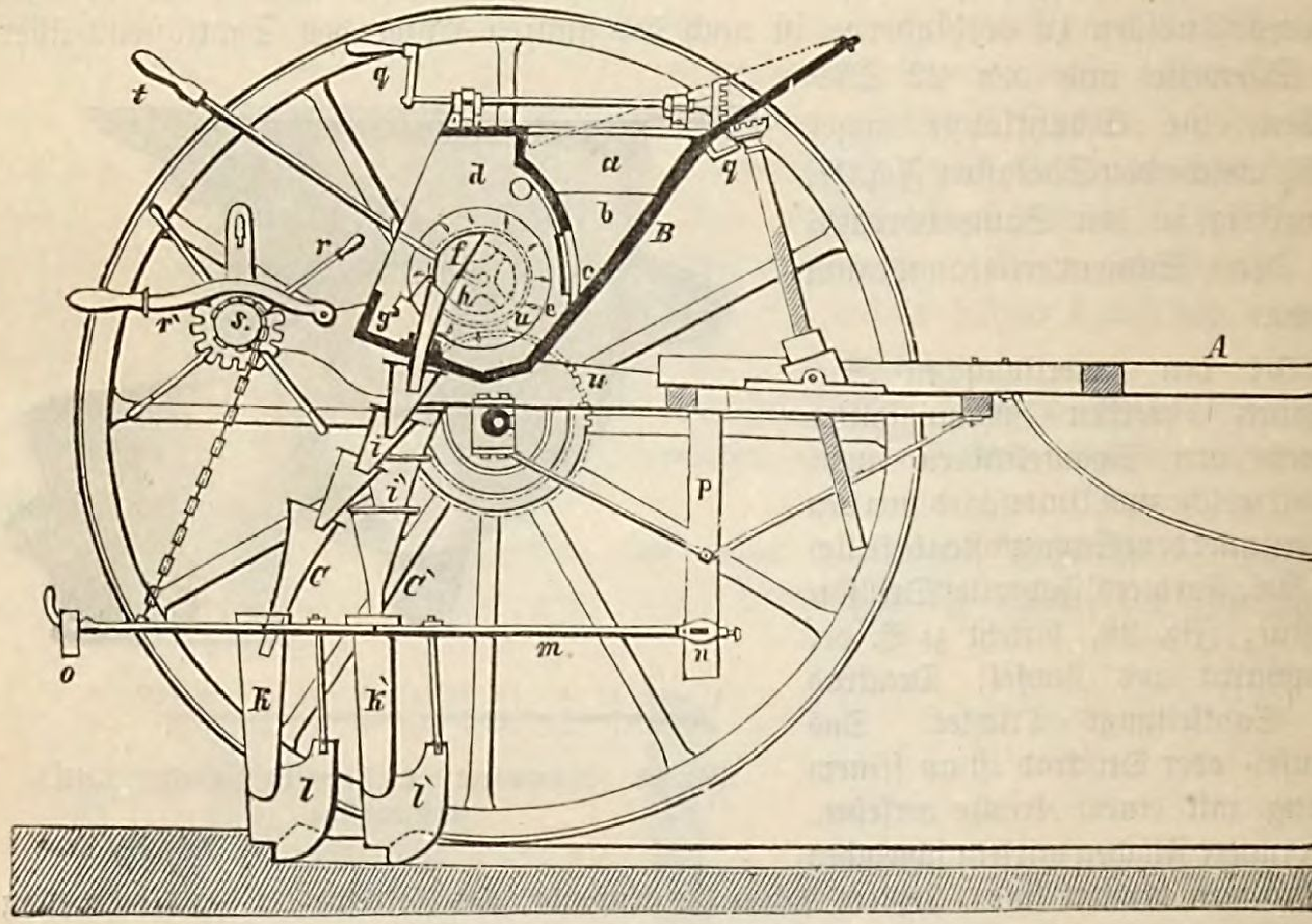


Fig. 99. Querschnitt durch die Garrett'sche Reihensäemaschine. — A Wagengestell; B Saatkasten: a Samenvorratskammer, b Gleitsteg, c durch einen Schieber verschließbare Samen-Ausflußöffnung, d Samenverteilungsraum, e Löffelscheibe, f Säetrichter, g Verschlußklappe, welche beim Säen die Öffnung h in der Trichterwand verschließt, uu Zahnradübersetzung; C C' Saatleitung: i i' Schütteltrichter, k k' Saatstiefel, l l' Saatschare, m um den Punkt n drehbarer Saatscharhebel, o Gewicht, p Strebe zur Befestigung der Hebel, q q' Vorrichtung zum Neigen des Saatkastens, r Kreuzhebel, r' Sperrhebel, s Winde, t Hebel zum Ausrücken der beiden Zahnräder, um das Ausstreuen des Samens zu unterbrechen.

Vielfach verwendet man an Stelle der Löffelscheiben die billiger anzufertigenden **Säeräder** oder **Schöpfräder** (Zellenräder), an deren Peripherie gleich große, sehr genau ausgearbeitete, halbkugelförmige Vertiefungen angebracht sind, welche, wie aus Fig. 100 zu ersehen, den aus dem Vorratskasten zuströmenden Samen aufnehmen und nach Drehung der Räder in die auf der rechten Seite angebrachten Trichter entleeren. Der Zufluß des Samens aus dem Vorratskasten in den Schöpfraum wird durch Schieber an den Zuflußöffnungen reguliert und zuweilen noch, um Verstopfungen zu vermeiden, durch ein vor jeder Öffnung befindliches Rührwerk erleichtert. Von deutschen Firmen haben diese Säevorrichtungen Rud. Sack in Plagwitz — Leipzig, Fig. 101, Zimmermann — Halle, Eckert — Berlin,

Hofherr & Schrantz—Wien (Königsdrill), Clayton & Shuttleworth—Wien (Universaldrill) 2c. angenommen.

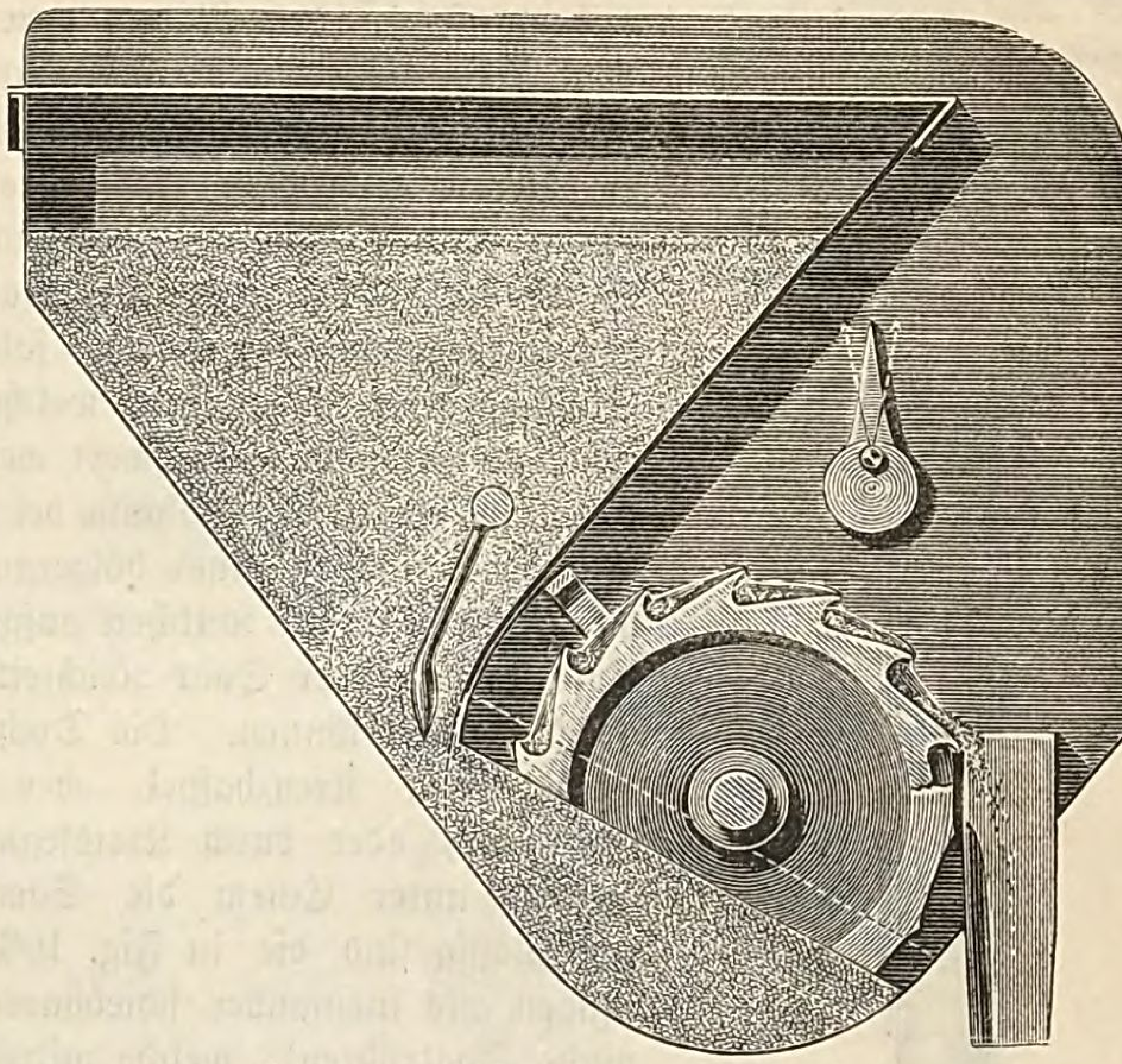


Fig. 100. Durchschnitt durch den Säekasten einer Schöpfräder=Säemaschine.

Die oben angeführten Teile der Säemaschinen, das Gestell und der Samenkasten, werden in gleicher Weise bei allen drei Säemaschinenarten angewendet. Ein Unterschied ergiebt sich erst in der Konstruktion der Saatleitung.

Bei den Breitsäemaschinen fällt der Same entweder unmittelbar aus den Ausstreuöffnungen zu Boden oder vorher auf ein Verteilungs= oder Streubrett. Dasselbe besteht bei der Alban'schen Breitsäemaschine aus einem unter dem Säekasten hängenden Brett, Fig. 102, von gleicher Länge mit der Maschine, auf welchem mit der Kante nach aufwärts dreieckige Holzklötzchen befestigt sind. Der aus der Maschine fallende Same wird, an die Klötzchen auffallend, entsprechend verteilt, jedoch nur so lange, als dieselben durch Regen nicht naß

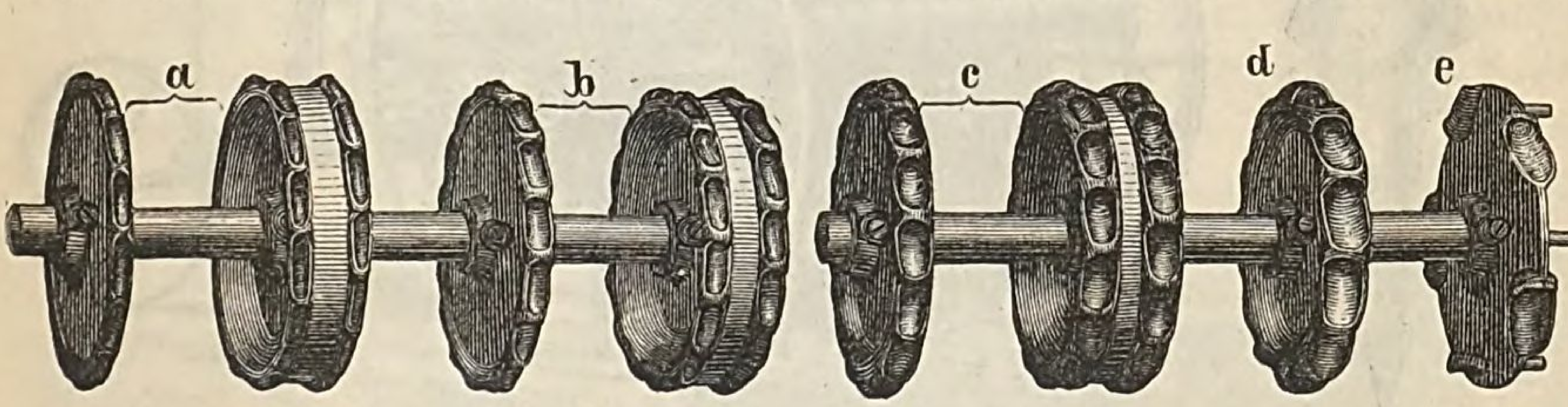


Fig. 101. Einfache und Zwillingssäeräder von Rud. Sack—Plagwitz. — a für kleine Saat, Raps, Mohn, Möhren; b für Hirse, Anis und Koriander, auch für Roggen und Weizen; c für Gerste, Hafer, Roggen und Weizen 2c., d für Bohnen, Mais; e zum Dibbeln der Rübenkerne. Die Zwillings= oder Doppelsäeräder, welche je 2 Samenströme erzeugen, bieten den Vorteil, z. B. bei einer 2 m breiten, 13reihigen Drillmaschine 25 Reihen anbringen und durch Versetzung der Drillschare 8—10 cm Reihenentfernung erzielen zu können; Preis eines einfachen Säerades 0,60 *M.*; eines Zwillingssäerades 1 *M.* und eines Dibbelrades mit Dibbelklappe 2,50 *M.*

geworden sind. Zweckmäßiger, weil gegen Naßwerden besser geschützt, ist das Fallbrett, welches zuerst von Kämmerer und nach diesem von Eckert (Fig. 96 und 97, S. 208) angewendet wurde. Dasselbe besteht aus zwei parallelen, etwas ab=

stehenden Brettern, durch welche senkrecht eine Mehrzahl reihenweise versetzter Messingstifte durchgezogen sind, an welche der Same anprallt und verteilt wird.

Bei der Drillsäemaschine hat die Saatleitung nicht nur den Zweck, den Samen aus der Maschine zum Boden gelangen zu lassen, sondern auch denselben reihenweise in den Boden unterzubringen. Für jede Reihe oder jede Ausstreuöffnung ist daher eine eigene Saatleitung erforderlich. Dieselbe besteht aus einer verschieden gestalteten Saatröhre, welche in den mit einem kleinen Schare versehenen Saatstiefel, Fig. 99, S. 210 kk′, ausmündet. Die Saatstiefel sind, damit sie den Unebenheiten des Bodens folgen können, mit einem Saatscharhebel m versehen, welcher rückwärts durch angehängte Gewichte o beschwert werden kann. Die sämtlichen am Gestell der Maschine bei n beweglich befestigten Saathebel sind an einer hölzernen oder eisernen drehbaren Welle s mit Kettchen aufgehängt, damit sie bei Unterbrechung der Saat gleichzeitig aus dem Boden gehoben werden können. Die Drehung der Welle erfolgt durch einen Kreuzhaspel oder durch Schneckenräder (Fig. 106) oder durch Kreissegmente mit Druckhebel, welcher unter Einem die Säewelle ausrückt. Sehr zweckmäßig sind die in Fig. 103 dargestellten Saatleitungen aus ineinander schiebbaren Blechröhren (teleskopische Saatröhren), welche mittelst eines Kugelgelenkes mit den Saatstiefeln vereinigt sind.

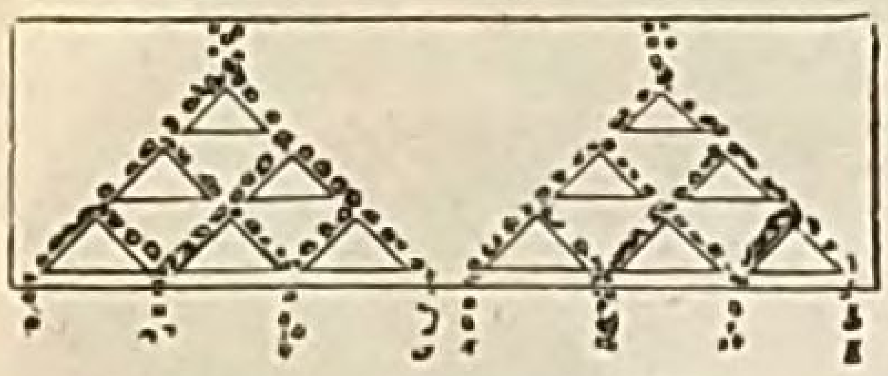


Fig. 102. Verteilbrett zum Breitsäen.

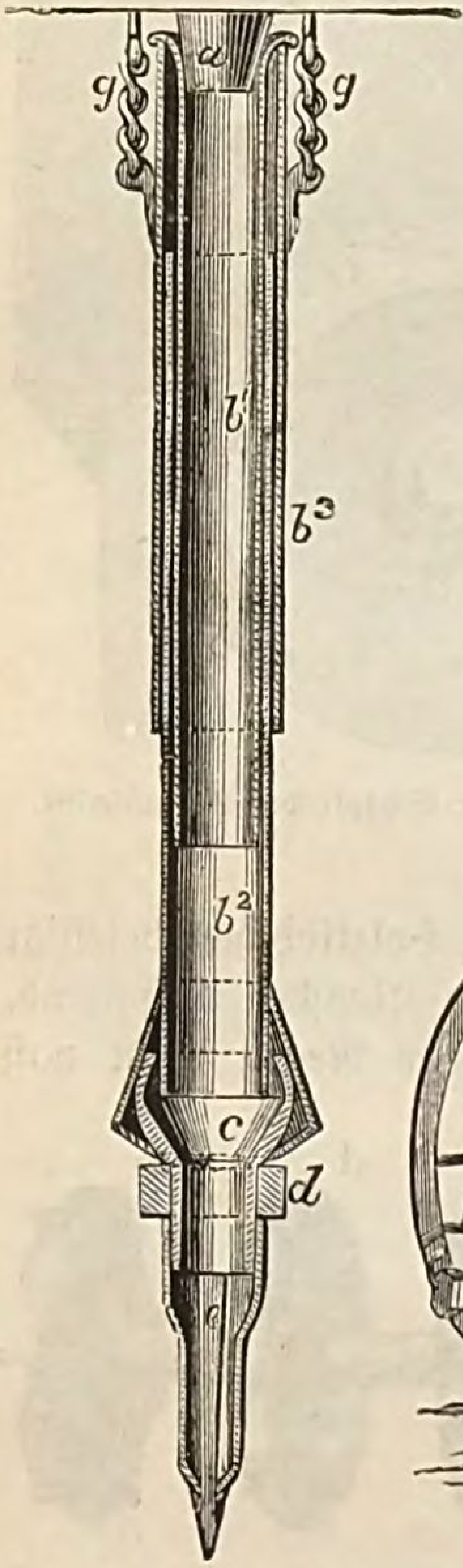


Fig. 103. Längsschnitt durch Smyth's teleskopische Samenleitungsröhre.

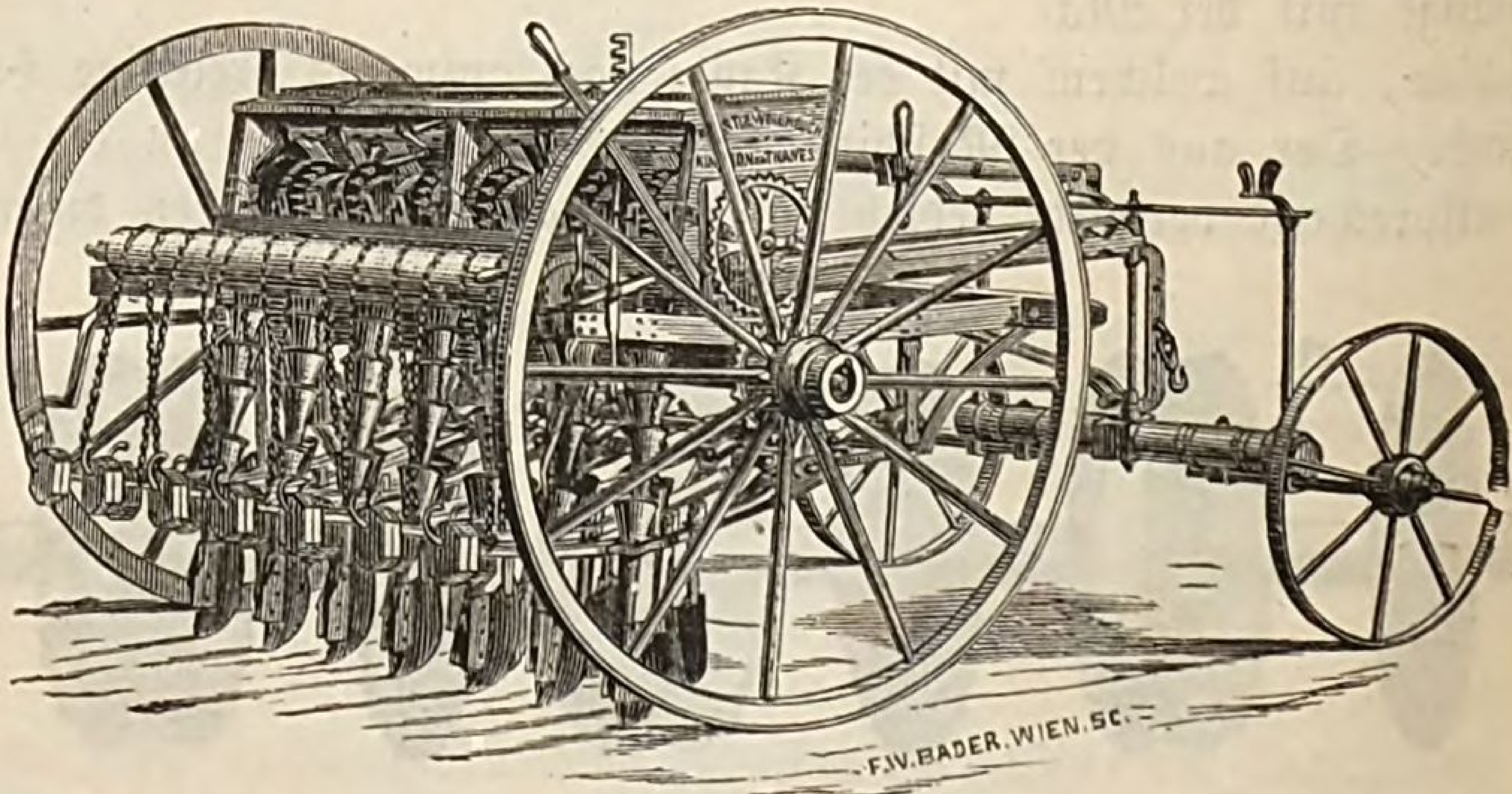


Fig. 104. 13reihige Garrett'sche Löffel-Drillsäemaschine mit Vordersteuer von Hofherr & Schrantz—Wien. — Spurbreite 1,68 m, Reihenentfernung 10,5 oder 12 cm, Gewicht 445 kg, Preis samt Zubehör 310 fl., 620 ℳ.

In Fig. 103 bedeutet: a Samen-Ausflußröhre, b¹ b³ doppelwandige Röhre, in welche sich die Röhre b² einschieben kann, c Kugelgelenk, d Querschnitt durch den Scharhebel, e Saatschar.

Ebenso verläßlich sind die bei der vielfach bewährten Drillsäemaschine nach R. Garrett & Sohn—Leiston, Fig. 104, angewendeten Saatleitungen aus in einander gesteckten, an kleinen Kettchen hängenden, 0,12—0,15 m langen Blechtrichtern.

R. Hornsby & Sons—Grantham ersetzen dieselben durch Schläuche aus vulkanisiertem Kautschuk, welche zur Sicherung der Samenleitung gegen das Einknicken an ihren unteren, in den Saatstiefeln eingelegten Enden in kurze Blechröhren ausmünden.

Die Saatleitungen der Dibbelsäemaschinen müssen mit Vorrichtungen versehen sein, welche ein intermittierendes Ausstreuen des Samens ermöglichen. Bei Kutzer's Rübendibbelsäemaschine (von B. Eichmann—Prag.—Gewicht 400 kg, Preis 700 *M.*, 350 fl.) wird das platzweise Aussäen durch eine mit bohnenförmigen Vertiefungen versehene Walze vermittelt, welche bis nahe an ihrem unteren, dem Boden zugekehrten Teil von einer Schiene umgeben wird, um ein vorzeitiges Herausfallen des Samens zu verhindern. Ihre Arbeit ist vorzüglich, wenn die Vorsicht gebraucht wird, in mäßigem Schritt zu fahren, damit die Tüpfel nicht zu Reihen ausgezogen werden.

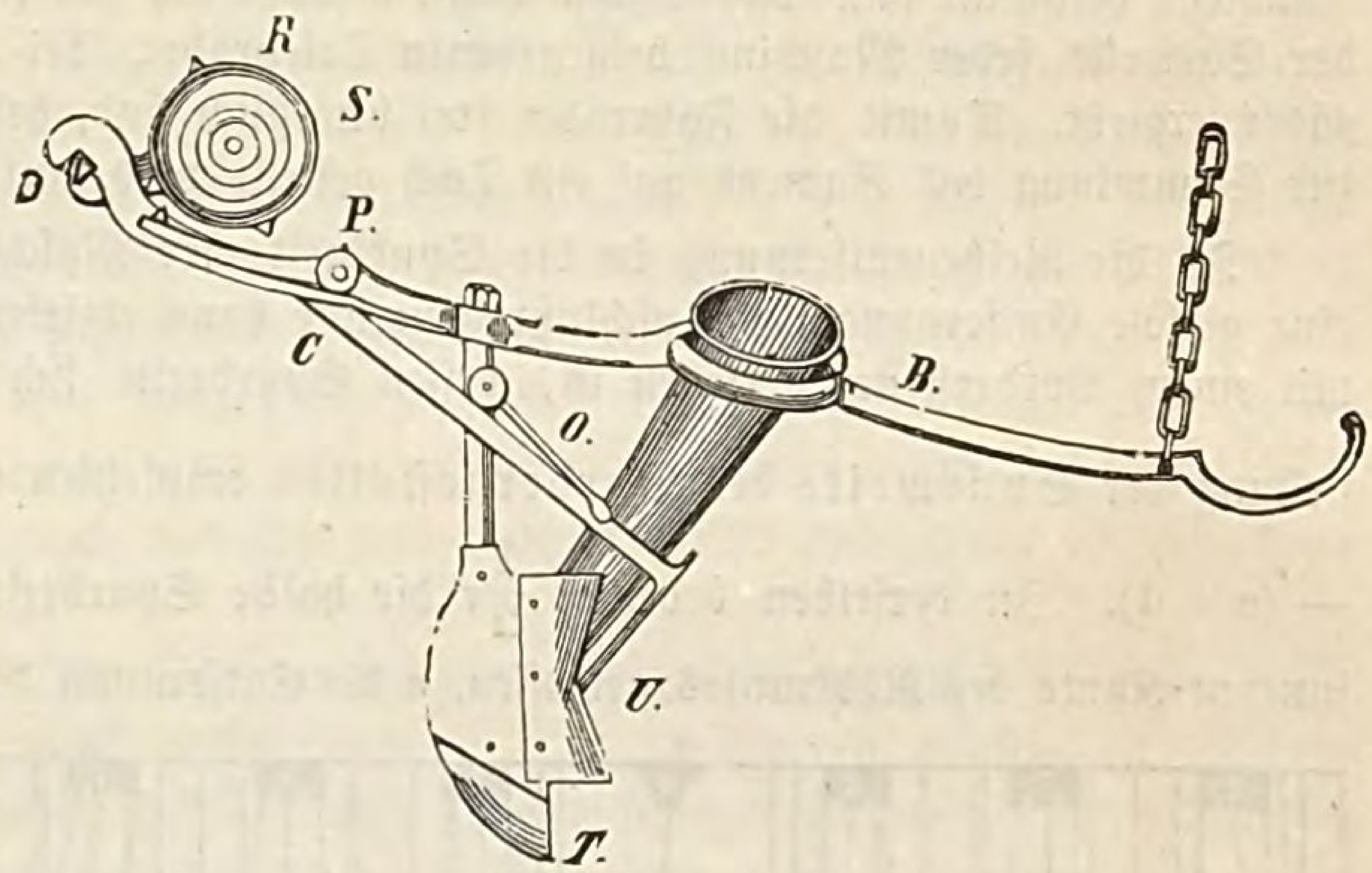
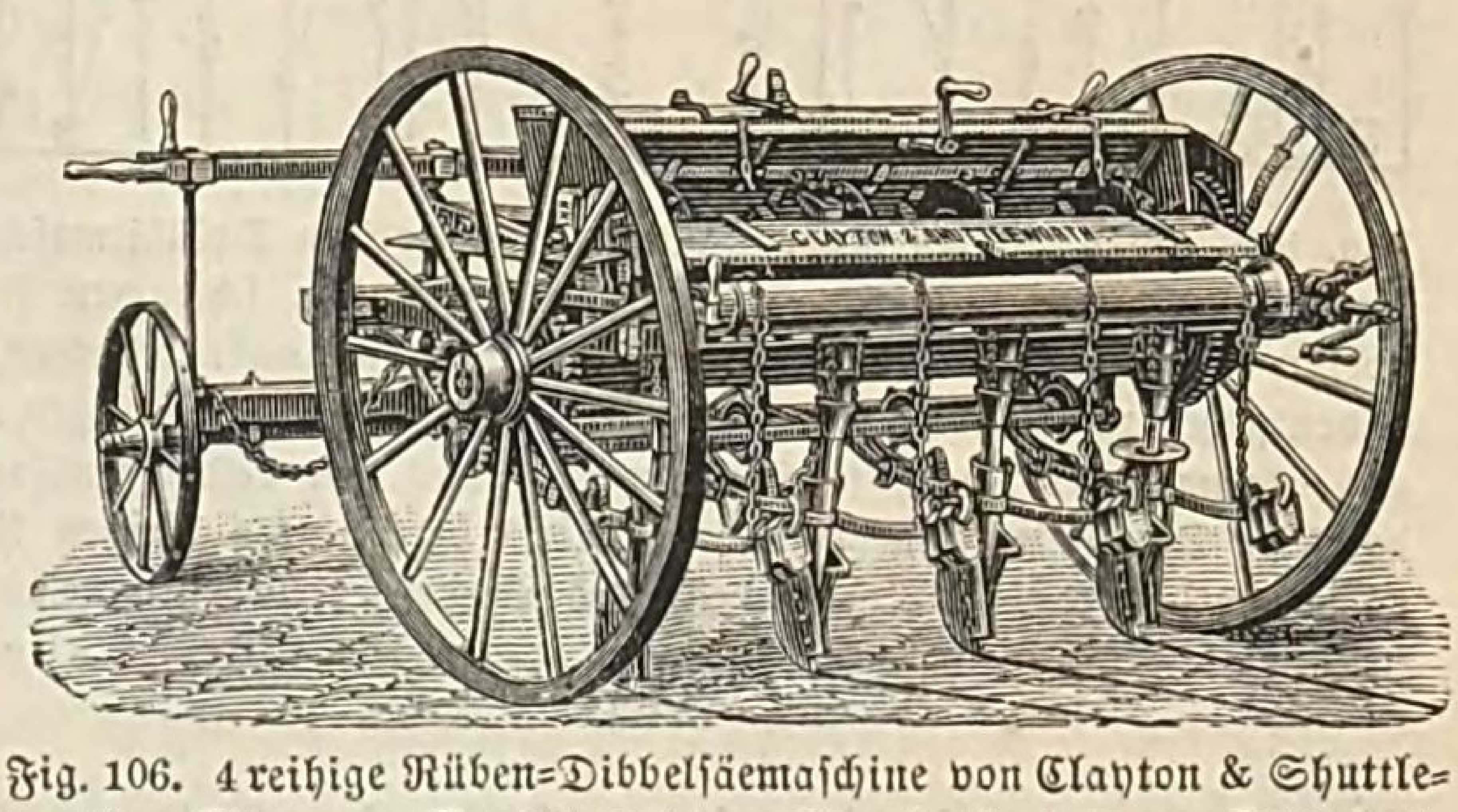


Fig. 105. Dibbelsäevorrichtung von F. Zimmermann & Co. — Halle a. S. mit der Drillsäemaschine Nr. 1 verbunden. — Spurbreite 1,883 m, Reihenzahl 4, Reihenentferung 47 cm, Preis 60 *M.* — Vierreihige Zuckerrüben-Dibbelsäemaschine mit Kettensteuer 435 *M.*

In neuerer Zeit versieht man gewöhnliche Drillsäemaschinen mit einem Dibbelsäeapparat. Derselbe wird von hin- und herbewegten Schiebern oder Klappen gebildet, welche die Saatleitung nur zeitweilig öffnen und entleeren. Die an einem um den Zapfen P, Fig. 105, drehbaren Hebel C rechtwinkelig angebrachte Klappe U, welche durch die Feder O niedergehalten wird, öffnet sich, sobald das obere Hebelende D durch einen Daumen S der Scheibe R niedergedrückt wird. Durch Einsetzen von 3 Wechselrädern giebt man der Welle S eine verschiedene Geschwindigkeit, so daß die Horste in 42, 37 und 32 cm Entfernung stehen. Sind alle Daumenscheiben R in einer Flucht auf ihrer Welle befestigt, so dibbelt die Maschine im Viereck, sind dagegen je an den zweiten Scheiben R die Daumen um $^1/_8$ des Umfanges gegen die ersten Scheiben versetzt, so dibbelt die Maschine im Dreieck und zwar im gleichseitigen, wenn bei obigen Horstentfernungen die Reihenweiten 37, 32 und 28 cm betragen. Die perspektivische Ansicht einer vierreihigen Rüben-Dibbelsäemaschine zeigt Fig. 106.


Fig. 106. 4reihige Rüben-Dibbelsäemaschine von Clayton & Shuttleworth — Wien. — Gewicht 515 kg, Spurbreite 1,62 m, Dibbelentfernung 16,5—38 cm, Reihenentfernung 0,40 m; Preis 520 *M.*, 260 fl.

Für das Legen der Kartoffeln werden in neuerer Zeit von W. Siedersleben & Co.—Bernburg u. A. eigene Kartoffellege-Maschinen (vgl. Bd. II. Pflanzenbaulehre) und für das Rübendrillen auf Kämmen von Clayton & Shuttleworth—Wien 3reihige Dünger- und Rübendrillsäemaschinen für Kammbau nach Gower & Bertel (Preis 610, resp. 680 ℳ., 305—340 fl.) gebaut.

Bei der Ausführung der Drillsaat ist die Saatmenge und der richtige Anschluß der einzelnen Säebreiten genau festzustellen. Bei Bestimmung der auszusäenden **Saatmenge** hat man zu ermitteln, welche Fläche besäet und welches Samengewicht bei einer bestimmten Zahl von Umdrehungen der Fahrräder ausgestreut wird. Ist die Maschine 2 m breit, der Umfang der Fahrräder 5 m, so wird bei deren jedesmaliger Umdrehung eine Fläche von 10 qm angebaut. Für 1 Ar (100 qm), sind daher 10 Umdrehungen erforderlich. Nunmehr bestimmt man das Saatgewicht, welches sich für jedes der 10—12 zum Betrieb der Säewelle jeder Maschine beigegebenen Triebräder, bei 10 Umdrehungen der Fahrräder ergiebt. Damit die Fahrräder frei beweglich sind, hebt man die Maschine, welche zur Sammlung des Samens auf ein Tuch gestellt wird, auf untergeschobene Böcke.

Ist die Reihenentfernung in die Spurbreite der Maschine nicht teilbar, so läßt sich eine gleiche Entfernung der Anschlußreihen nur dann erzielen, wenn die Drillsäemaschine mit einem Vordersteuer versehen ist, dessen Spurbreite sich ändern läßt. Für die Feststellung der **Spurweite des Vordergestelles** empfehlen wir die Formel $\frac{1}{2}v = a +$ — $(c + d)$. In derselben bedeutet $\frac{1}{2}v$ die halbe Spurbreite des Vordersteuers, an der inneren Kante des Radkranzes gemessen, a die Entfernung des letzten Schares, welches in der gewünschten Reihenentfernung noch angebracht werden kann, von der Mitte der Maschinenbreite, b die Reihenentfernung, c den Abstand des letzten Schares von der inneren Kante des Hinterrades und d die Breite des Hinterrades. Das Vordersteuer muß dann so geführt werden, daß die innere Kante des Vorderrades auf die Spur der äußeren Kante des Hinterrades kommt.

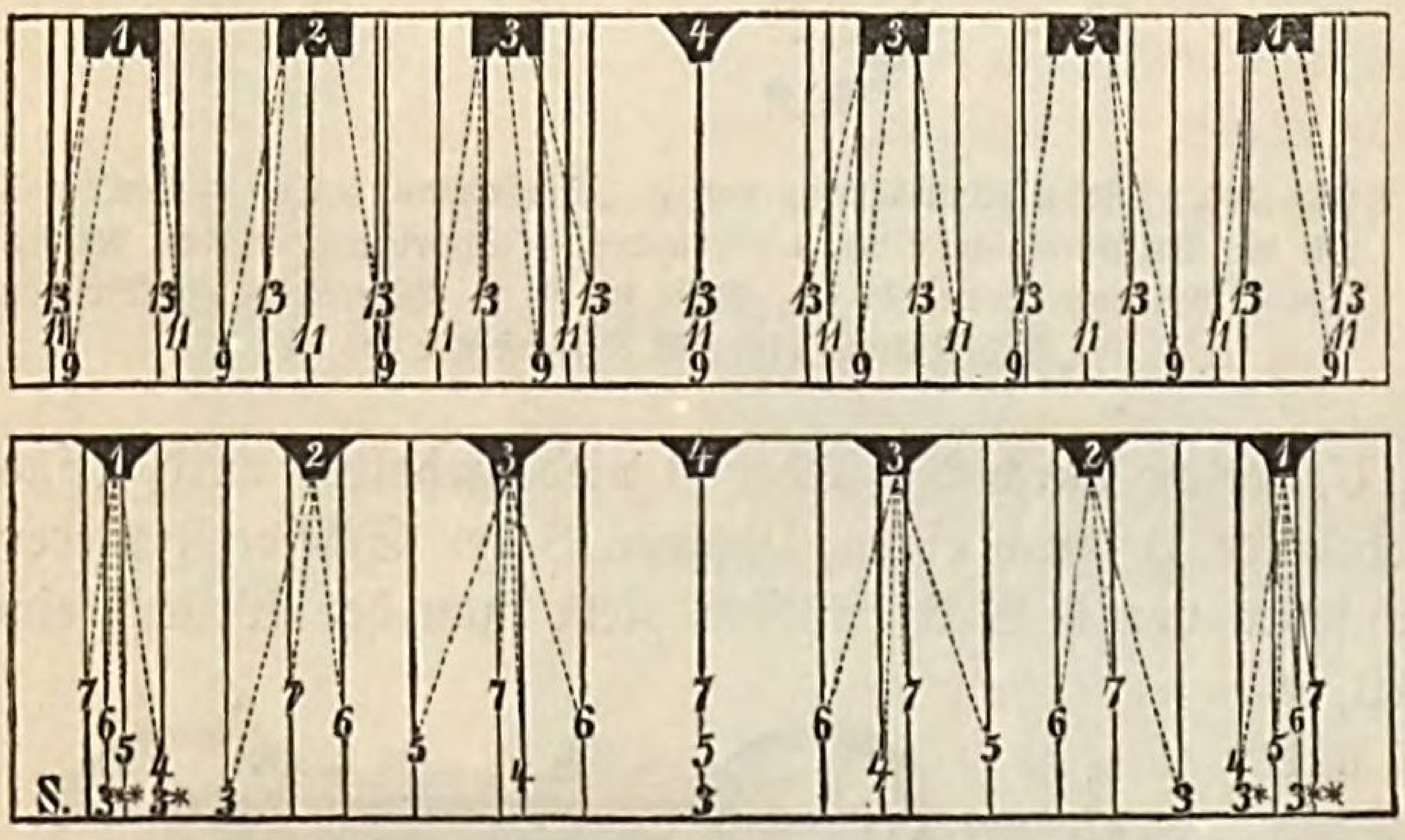


Fig. 107. Stellbrett zu Rud. Sack's 1,25 m breiten Drillsäemaschine; oben Vorderseite, unten Rückseite. — Die Zahlen in den schwarzen Feldern am oberen Rand bedeuten die Schöpfräume mit ihren Ausflußtrichtern, von denselben gehen punktierte Linien nach den Reihenzahlen; entspringen die Linien aus der mittleren Zacke, so sind einfache, aus den beiden Endzacken, dann doppelte Säeräder zu nehmen. Die mit * bezeichneten Reihen können nur gesäet werden, wenn die Spurweite des Vordergestells entsprechend weit gestellt wird. Die Reihenentfernung beträgt bei 13 Drillreihen 9,6 cm und bei 3 Drillreihen 41,6 cm.

Zur Einstellung der Schare für die Reihenzahl wird zwischen die Hinterräder der Maschine ein mit Teilstrichen versehenes Stellbrett, Fig. 107, geschoben. Die Scharspitzen werden dann auf die mit der Ziffer der Reihenzahl versehenen Teilstriche gestellt, die Gelenkklammern der Scharhebel am Scharbalken entsprechend verschoben und die Stellschrauben angezogen.

5. Die Saatmethode.

Es giebt vier Saatmethoden, und zwar: 1. die breitwürfige Saat, 2. die Reihensaat, 3. die Dibbelsaat und 4. die Gemengsaat.

1. Die breitwürfige Saat.

Am gewöhnlichsten führt man die Breitsaat mit der Hand aus. Ein Säetuch oder ein Säekorb sind dazu die einzigen Hilfsmittel. Die tägliche Leistung eines geübten Säemannes beträgt 3,5—4,5 ha. Eine regelmäßige Samenverteilung gelingt jedoch nur dem geübten Säemann, welcher erst viele Fehlsaaten macht, bis er jene Übung erlangt. Noch schwieriger als die gleichmäßige Verteilung mit der Hand ist das Aussäen einer bestimmten Saatmenge auf eine bestimmte Fläche. Um die Samenmenge verschieden zu bemessen, greift der Säemann entweder stärker oder schwächer, mit der ganzen Hand oder nur mit den Fingern in den Samen, oder er macht größere, kleinere Schritte, wirft den Samen bei jedem oder erst bei jedem folgenden Schritt auf eine größere oder geringere Feldbreite, oder er säet zweimal nach verschiedenen Richtungen, wenn möglich kreuz und quer über das Feld, oder er läßt schließlich bei Beeten die Saatbreiten zur Hälfte übergreifen. Um feine Samen oder eine geringe Saatmenge im richtigen Ausmaß zu säen, vermengt man dieselbe mit lockerer Erde und streut sie erst dann mit dieser auf das Feld.

Bei der Handsaat hat der Säemann zu beachten, daß ein und dieselbe Feldstelle nicht zwei- oder mehrmal besäet werde. Bei in Beeten gepflügten Feldern wird sich dies leicht vermeiden lassen. Bei ebengepflügten Feldern muß jedoch die schon besäete von der unbesäeten Fläche durch Einstecken einer Mistgabel, an deren Stiel ein kleiner Strohwisch gebunden oder bei kurzen Feldern durch das Aufstellen der Fruchtsäcke am Feldrand geschieden werden. In vielen Fällen reicht auch die Spur der Schritte oder das Hinlegen des Hutes aus.

Tritt windiges Wetter ein, so kann die Handsaat nicht ausgeführt werden, wenn selbst darüber die beste Saatzeit verloren geht. Dieser Übelstand wird vermieden, wenn die Breitsaat mit der Maschine ausgeführt wird. Die Maschinenbreitsaat gewährt überdies den Vorteil, daß die Arbeit rascher ausgeführt werden kann, da je nach der Breite der Maschine 5—10 ha pro Tag besäet werden können und daß der Same nicht nur gleichmäßiger, sondern auch zu jedem beliebigen Quantum mit großer Verläßlichkeit ausgesäet werden kann. Nachdem mit der Breitsaatmaschine nicht so viel Samen wie bei der Handbreitsaat überflüssig verstreut wird, so reicht für eine gleiche Fläche oft eine um 10 % geringere Saatmenge aus, um deren Wert die Maschinenbreitsaat billiger als die Handsaat zu stehen kommt.

2. Die Reihen- oder Drillsaat.

Die Reihensaat mit der Hand kann im Großen nur unvollkommen ausgeführt werden, indem man den Samen oder die Knollen in jede zweite oder dritte Pflugfurche legt und durch den folgenden Erdstreifen zudeckt. Häufiger als im Felde wird die Handreihensaat im Garten derart ausgeführt, daß man mit dem Rechenstiel nach der Schnur eine Rinne zur Aufnahme des Samens öffnet.

Im Großen wird die Reihensaat am häufigsten mit der Maschine ausgeführt,

welche gleichzeitig mit einer zwei- bis vierspännigen Zugkraft 11—13 und mehr Reihen aussäet. Da Saat und Unterbringung zur gleichen Zeit erfolgen, so wird die Saatbestellung, trotzdem die Drillsäemaschine nicht viel mehr Fläche täglich besäen kann, als ein geübter Säemann, doch schneller als bei der Handbreitsaat, welche erst untergebracht werden muß, beendigt werden können. Durch die Drillsäemaschine wird der Same nicht nur gleichmäßig in regelrechten Reihen ausgestreut, sondern auch jedes Samenkorn zur gleichen, beliebig festzustellenden Tiefe in den Boden gelegt. Gegenüber der Handbreitsaat können daher bei der Drillsaat bis zu 25 bis 33 % Samen ohne Nachteil für den Saatenstand gespart werden. Durch diese Ersparnis wird sich die Maschine, sofern ihr nur eine genügende Fläche zur Bestellung zugewiesen werden kann, in kurzer Zeit bezahlt machen.

Bei geringerem Aufwand an Saatgut bietet die Drillsaat auch den weiteren, durch die Erfahrung und den Versuch vielfach bestätigten Vorteil einer größeren und qualitätsreicheren Ernte, da bei der Reihensaat jede Pflanze nahezu gleich viel Boden und Raum erhält, Luft und Licht ungehinderter zutreten können. Wegen des freien Lichtzutrittes wird auch das Lagern der Pflanzen, das Auftreten von Rost- und Mehltaupilzen weniger zu befürchten sein und daher auch die Ernte der gleichmäßiger stehenden Pflanzen erleichtert sein.

Nach Messungen von Dr. Th. v. Gohren (Landw. Versuchsstation. IX. S. 298) vergrößert sich durch das Drillen die gesamte Blattfläche einer Pflanze gegenüber der breitwürfigen Saat bei Weizen um 72 %, bei Hafer um 87 % und bei Gerste um 62,5 %.

Ein Vorteil der Maschinenreihensaat besteht schließlich darin, daß der Landwirt durch die Einführung derselben gezwungen wird, sein Feld sorgfältiger zur Saat vorzubreiten, da nur auf einem unkraut- und wurzelreinen, feingekrümelten Boden die Maschine erfolgreich arbeiten kann.

Auf die Entfernung, welche den Pflanzenreihen gegeben werden soll, hat sowohl die Beschaffenheit und der Kulturzustand des Bodens, als auch die Saatzeit und die spätere Entwickelung der auszusäenden Pflanze einen Einfluß. Im allgemeinen wird man um so größere Reihenentfernungen zu wählen haben, je besser die Bodenqualität, je früher die Saatzeit und je reichlicher sich die Pflanze bestockt, oder je üppiger deren Blattentwickelung ist, und umgekehrt. In England pflegt man die Reihen des Getreides, bei uns die Reihen der Futter- und Hackfrüchte mindestens 20—25 cm entfernt zu halten, um die Pflanzenzwischenräume während des Wachstums der Pflanze bearbeiten und vom Unkraut reinigen zu können. Im trockenen, windigen Klima, in welchem sich die Getreidepflanzen nur bei nahem Stand zu schließen vermögen, ist es meistens zweckmäßiger, die Reihen nur 10—16 cm weit zu stellen und dann auf das Bearbeiten der Zwischenräume mit Hackgeräten zu verzichten. Bei engen Drillreihen ermäßigt sich allerdings die Samenersparnis auf 20 und einige Prozente, dagegen gewährleistet die gleich tiefe Unterbringung des Samens gerade in trockenen Gegenden ein viel sichereres, gleichmäßigeres Auflaufen der Saat.

Erwähnung verdient die Beobachtung von E. Wollny (Biedermann's Zentralbl. f. Agr.-Chemie. 1879, S. 508), daß, wie bei den Beziehungen der Vegetation zum Wassergehalt des Bodens nicht anders erwartet werden kann, der Boden zwischen den Reihen größere Wassermengen enthält, als der in der Reihe, und daß der Boden um so größere Wasser-

mengen enthält, sowohl zwischen, als in den Pflanzenreihen, je weiter diese von einander entfernt sind.

Je enger die Reihen stehen, um so weiter stehen bei gleichen Saatmengen, wie R. Sack aufmerksam gemacht hat, die Pflanzen in der Reihe. Wenn z. B. mit einer 2 m breiten Drillsäemaschine 140 kg Weizen auf 1 ha gesäet werden und 10 g 256 Weizenkörner enthalten, so kommen in jeder Reihe auf jeden m bei

Scharen	Reihenentfernung	Körner	Körnerentfernung in der Reihe
25	80 mm	29	35 mm
17	118 mm	42	24 mm
13	154 mm	55	18 mm

3. Die Dibbel- oder Tüpfelsaat.

Die Dibbel-, Tüpfel-, Horst-, Platz- oder Stufensaat wird am häufigsten mit der Hand ausgeführt. Das Feld muß dazu vollkommen eben hergerichtet werden, damit die Plätze, auf welche die Samen hinkommen sollen, leicht ersichtlich gemacht werden können. Zur Bezeichnung der Pflanzenstellen dienen Reihenzieher oder Markeure. Mit diesen Geräten, welche mit großen, mit weit gestellten Zinken versehenen Rechen zu vergleichen sind, werden nach bestimmten Richtungen Linien in den Boden eingeritzt. Zum Bezeichnen der Legestellen für Kartoffeln benutzt man Furchenzieher, Fig. 108, welche mit ihren kleinen, stellbaren Häufelscharen eine tiefere Furche ausheben und späterhin auch zum Lockern des Bodens zwischen den Kartoffelreihen verwendet werden.

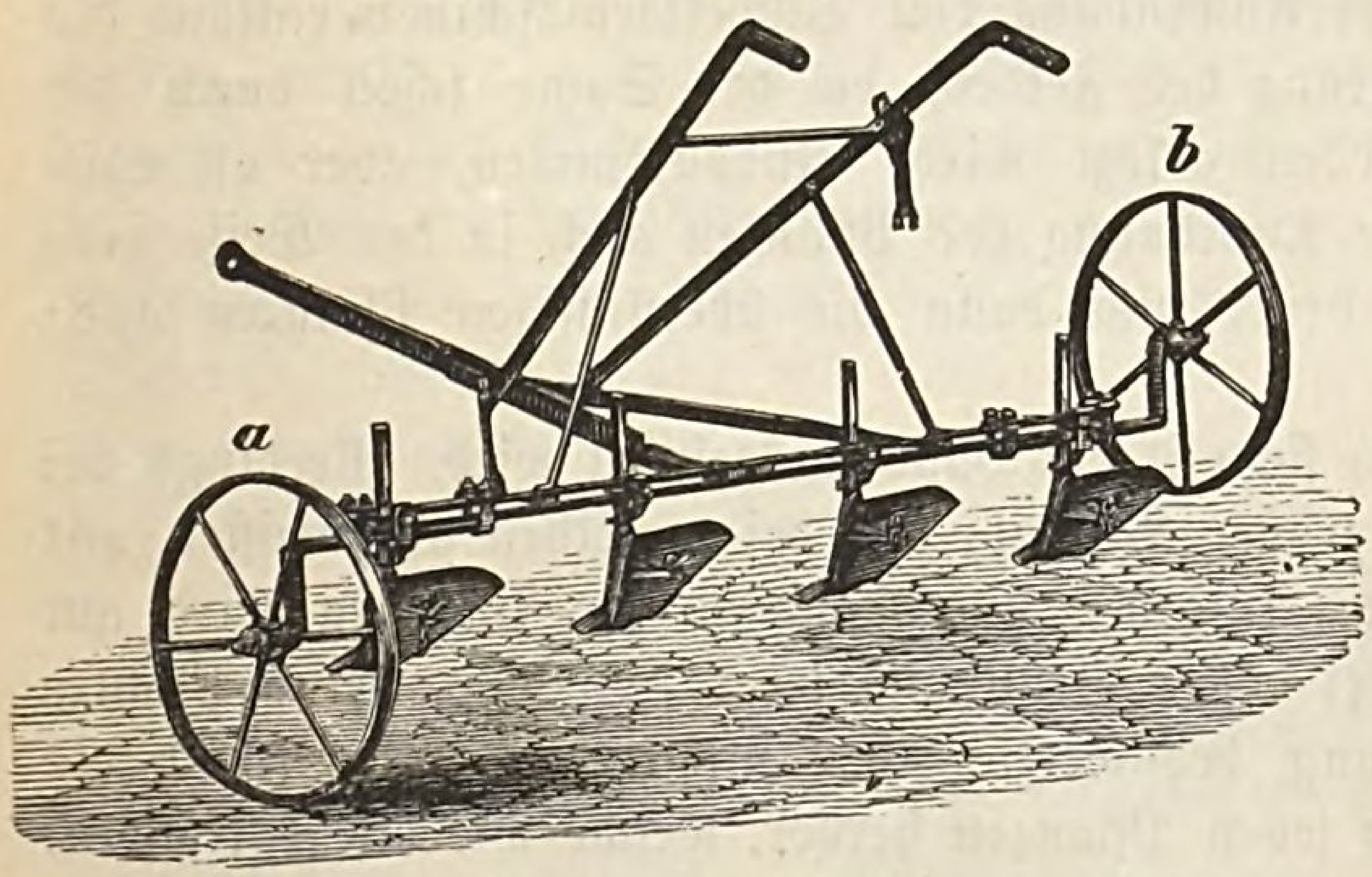


Fig. 108. Vierschariger Kartoffelfurchenzieher von Ernst Schulze — Eutritsch-Leipzig. — Spurbreite 2—2,5 m, a Radstellung beim Transport, b im Acker; Gewicht 70 kg; Preis mit 3 Scharen 55 M., mit 4 Scharen 60 M., stellbares Vordergestell 25 M.

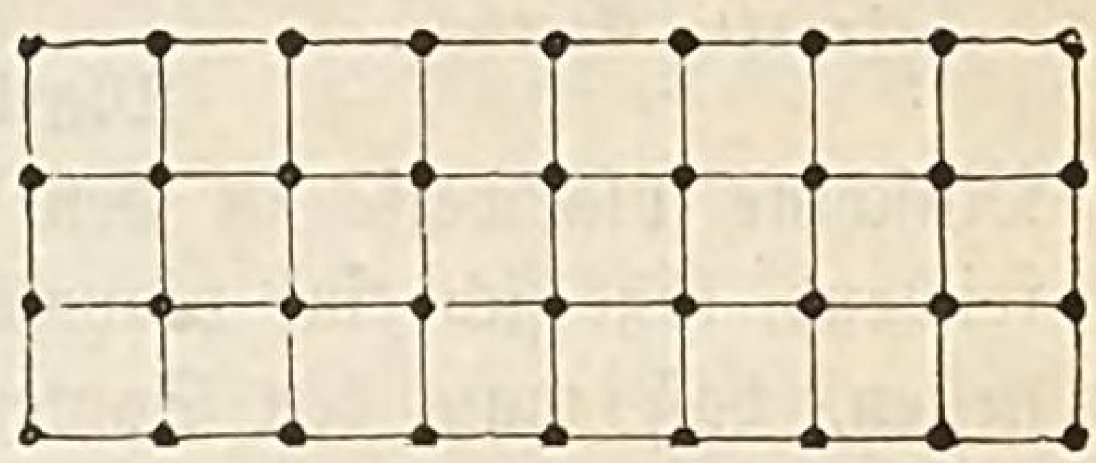


Fig. 109. Anordnung der Pflanzen im Quadratverband.

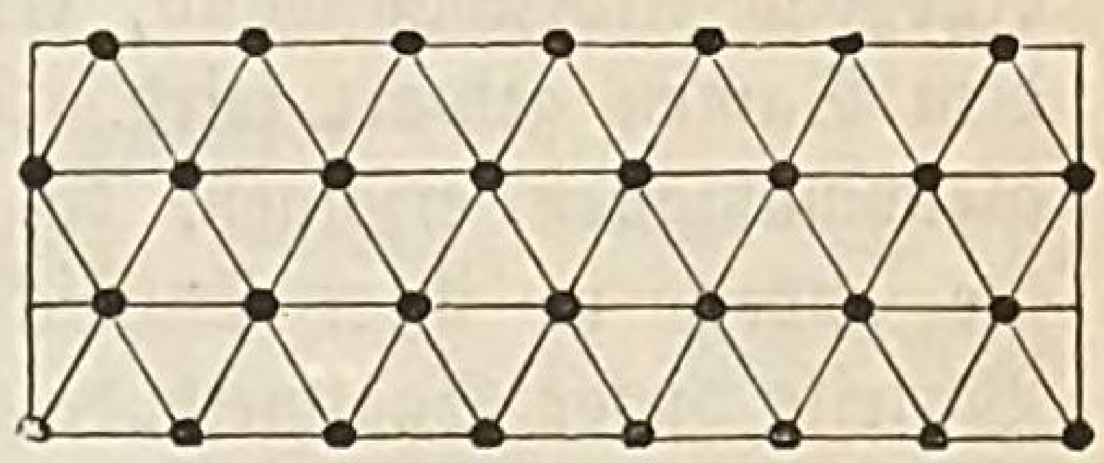


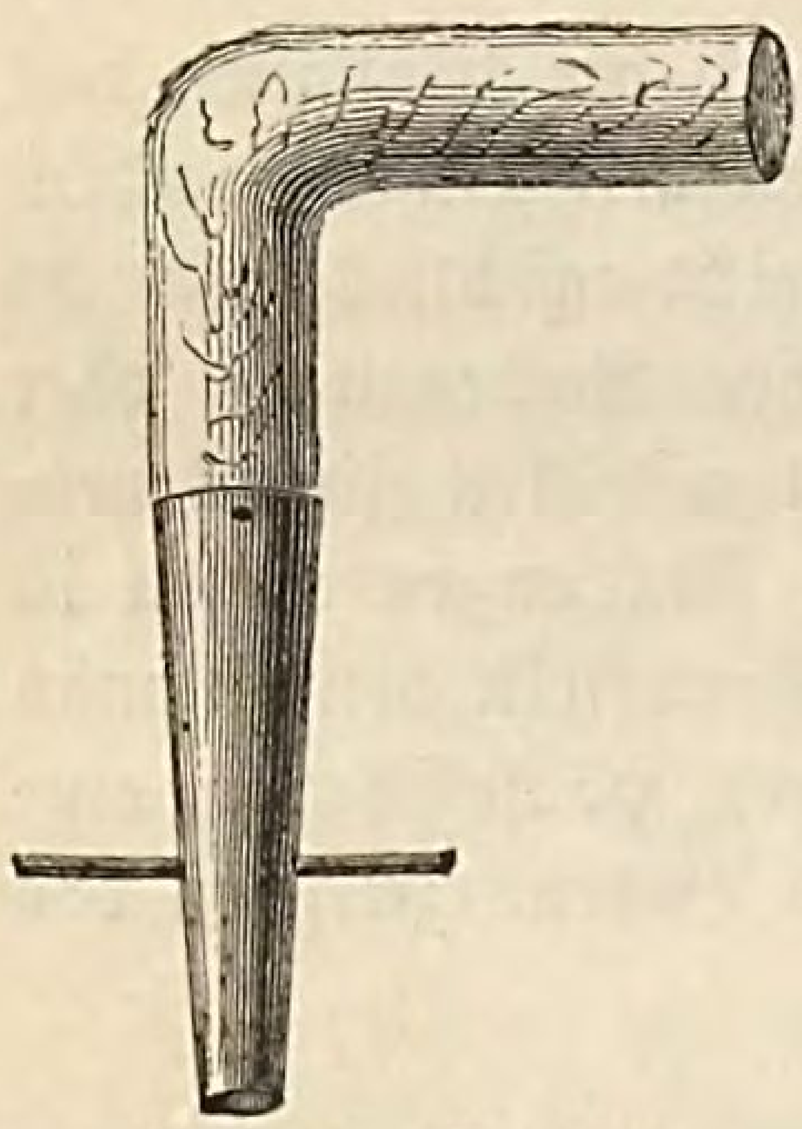
Fig. 110. Anordnung der Pflanzen im Dreiecksverband.

Sollen die Pflanzen nach allen Richtungen gleich weit von einander abstehen, damit sich dieselben nach allen Richtungen gleichmäßig entwickeln können, so wird man die Reihen entweder kreuz und quer, die Pflanzen stehen dann im Viereck, im Quadratverband, Fig. 109, oder nach drei Richtungen ziehen, die Pflanzen stehen dann im Dreieck oder im Dreiecksverband, Fig. 110. Wird bei dem Quadratverband auch noch in die Mitte eines jeden Quadrates eine Pflanze gesetzt, so entsteht der Fünfverband.

Bei dem Quadratverband bringt man bei gleichem Abstand der Pflanzen weniger Pflanzen auf das Feld, als bei dem Dreiecks- oder Dreiverband. Ist der Abstand der Pflanzen = m, so kommt bei dem Quadratverband auf eine Pflanze ein Wachsraum von m^2, bei dem Dreiecksverband von 0,86 m; es können daher bei letzterem auf gleicher Fläche um 14 % mehr Pflanzen stehen, als im Quadratverband.

Bei enggebauten Pflanzen, welche im Quadrat- oder Dreiecksverband so nahe stehen würden, daß eine Bearbeitung der Zwischenräume nicht mehr möglich wäre, zieht man die Reihen kreuz und quer aber in verschiedenen Abständen. Die Pflanzen stehen dann im Rechteck, oder im Reihenverband, welcher wenigstens nach einer Richtung eine Bearbeitung zuläßt.

Ist das Feld markiert, so werden mit der Handhacke oder dem Steckholz, Fig. 111, an welchem ein Querstab hindert, daß es über die bestimmte Saattiefe in den Boden eindringt, an den Kreuzungspunkten der Linien oder in der Mitte der Figuren kleine Grübchen ausgehoben, der Same mit der Hand hineingelegt und mit der Haue oder durch einen Fußtritt mit Erde bedeckt. Je nach der Reihenentfernung legt eine Person täglich z. B. 0,15—0,30 ha Kartoffelknollen oder 0,05—0,2 ha Rübensamen. Anstatt des Reihenziehers verwendet man bei Kleinkultur zur Bezeichnung der Pflanzenstellen einen Pflanzstock, eine Markierwalze, ein Brett, das entsprechend der Entfernung der Pflanzenstellen eingekerbt, oder eine Pflanzschnur, bei welcher Knoten die Pflanzweite angeben.


Fig. 111. Steckholz.

Bei Anwendung von Dibbelsäemaschinen entfällt die Markierung des Feldes, da der Same schon durch die Maschine platzweise in den Boden gelegt wird. Unvollkommen, aber oft ausreichend, läßt sich eine platzweise Anordnung der Pflanzen auch in der Weise herstellen, daß man den Samen drillt und dann die überflüssigen Pflanzen auszieht, vereinzelt.

Die Dibbelsaat bietet, wenn sie mit der Hand ausgeführt wird, allerdings bei erhöhtem Arbeitsaufwand, den großen Vorteil, daß bei derselben am meisten mit dem Samen gespart wird. Das Aufgehen und Wachsen der Pflanzen wird am gleichmäßigsten erfolgen, da, bei voller Benutzung jeder Feldstelle, keine Pflanze die andere in ihrer Entwickelung behindert. Am auffälligsten treten jedoch die Vorteile dieser Saatmethode bei jenen Pflanzen hervor, welche wie die Kartoffeln, Rüben, der Mais rc., während ihres Wachtums eine Bearbeitung des Bodens in den Pflanzenzwischenräumen erhalten. Gewöhnlich rühmt man auch der Tüpfelsaat nach, daß sie bei guter Ausführung weniger von dem Insektenfraß, den Spätfrösten und der Trockene zu leiden hat. Dagegen sind Fehlstellen viel auffälliger sichtbar und nachteiliger, als bei gedrillten Pflanzen. Bei der Dibbelsaat ist besonders die Bestockung, sowie die Halm- und Ährenentwickelung der Getreidepflanzen eine ungemein kräftige.

Die Länge der Roggenähren schwankte nach Wollny (Zentralbl. f. A. 1873. S. 47) bei der Breitsaat zwischen 3,23 und 5,31 cm, der Drillsaat zwischen 6,14 und 9,87 cm, und der Dibbelsaat zwischen 10,21 und 15,73 cm. Die Ährchen des Roggens waren bei letzterer größtenteils dreiblütig.

In feuchten Lagen ist es empfehlenswert, die Tüpfelsaat auf Kämmen auszuführen. Bei der Kammsaat (S. 122) erhalten die Pflanzen nicht nur einen trockeneren Standort, sondern dieselben können auch, da sie höher stehen, das Unkraut leichter unterdrücken. Die Kartoffeln, welche wegen ihrer kräftigen Triebe eine stärkere Bedeckung vertragen, legt man oft auf das ebene, vorher markierte Feld und bildet erst nachträglich über den Reihen Kämme.

4. Die Gemengsaat.

Gewöhnlich wird nur eine Samenart ausgestreut, zuweilen jedoch auch zwei und mehr verschiedenartige Samen. Am häufigsten wird die Doppel- oder Gemengsaat bei dem Anbau der Kleearten, des Grases zur Ausführung gebracht. Unter der Überfrucht hält sich die oberste Bodenschichte durch Tauniederschläge feuchter und überdies kühler, so daß die untergesäeten, feinkörnigen Samen sicherer zum Keimen gelangen. Weiterhin erhalten diese in ihrer Jugend langsamer wachsenden Pflanzen durch die gleichzeitige Einsaat unter Getreide einen größeren Schutz. Schließlich wird ihre Bestellung billiger ausfallen, da sie sich mit der für das Getreide gegebenen Vorbereitung begnügen. Als Schutz- oder Überfrüchte darf man jedoch nur solche Früchte wählen, welche die Untersaat nicht allzusehr beschatten, sich nicht lagern und überdies das Feld frühzeitig räumen. Am zweckmäßigsten sind der Reihe nach: Grünhafer, Grünmischling, Lein, gedrillte und breitwürfige Halmfrüchte. Außer Klee und Getreide pflegt man in vielen Gegenden auch Möhren, Kümmel, Wasserrüben unter Lein oder unter Gerste, Roggen anzubauen. Noch zweckmäßiger ist für diese Pflanzen die Untersaat in Raps, nachdem dieser die letzte Frühjahrsbearbeitung erhalten hat. Auf kräftigem Boden gewähren nichtrankende Zwergbohnen unter weit gestellten Körnermais einen wertvollen Nebenertrag, welcher die Erschwerung der Bearbeitung reichlich lohnt. Bei der Kleinkultur können auf einem gut gedüngten Boden in Frühkartoffeln nach deren letzter Bearbeitung Runkelrüben eingepflanzt werden. Zur Sicherung und Erhöhung des Futterertrages pflegt man selbst mehrere Pflanzenarten, sogenannte Mischlinge oder Gemenge gleichzeitig und gemeinschaftlich auf demselben Felde anzubauen.

6. Die Vorbereitung der Samen.

In der Regel wird der Samen trocken ausgesäet. Zuweilen läßt man den Samen vor der Aussaat einen Tag lang im Wasser anquellen, um das Keimen im Boden zu beschleunigen. Pflanzen aus gequellten Samen zeigen beschleunigtes Wachstum.

Durch das Anquellen wird der Same allerdings ausgelaugt, so zwar, daß nach 24stündigem Einquellen Mais 1,05, Weizen 1,14, Erbsen 5,03, Rotklee 11,11, Lein 13,22% 2c. an Gewicht verlieren. Überdies werden Weizen, Roggen, Hirse, Mais, Reis durch das Einquellen nach Haberlandt (Wiss. prakt. Untersuchg. a. d. Geb. des Pflanzenbaues. 2. Bd. Wien 1877, S. 47) kaum merklich, dagegen Hafer und noch mehr Gerste entschieden in ihrer Keimfähigkeit beeinträchtigt.

Das Einweichen oder Anquellen des Samens ist nur ausnahmsweise vorzunehmen, besonders dann, wenn langsam keimende Samen, wie Mais, Runkelrüben, Tabak, Möhren, oder Samen, welche, wie Phaseolen, zum Keimen viel Wasser beanspruchen, ausgesäet, oder wenn Fehlstellen durch Nachsäen ergänzt werden sollen.

Noch wirksamer als das Anquellen ist das **Vorkeimen** bis zum Erscheinen des Würzelchen. Folgt jedoch nach der Saat mit gequelltem oder gar vorgekeimtem Samen trockene Witterung, oder ist der Boden trocken, so ist es leicht möglich, daß die Keimung wegen Mangel an Wasser unterbrochen wird und der Same verloren ist. Folgt anderseits sehr nasse Witterung, so fault der Same leichter.

Zuweilen **beizt** man die Samen mit verschiedenen, oft giftigen Stoffen, um entweder Tiere oder Pilzvegetationen abzuhalten, oder **kandiert**, bestreut die mit Jauche oder Leimlösung benetzten Samen mit Guano, Fleischmehl, Knochenmehl u. dgl., um der jugendlichen Pflanze mehr Nährstoffe zukommen zu lassen. Letztere Absicht wird selten erreicht, da die Keimpflanze keine Stoffe aufnimmt und die wachsende Pflanze bald außer den Bereich der den Samen einhüllenden Düngersubstanzen kommt. Um so mehr Beachtung verdient das Einbeizen zur Abhaltung von Pilzvegetationen, auf welches wir später zurückkommen werden.

Eine andere Vorbereitung der Samen besteht im künstlichen Trocknen oder **Dörren** derselben, welches bei einer Temperatur von 30—50° C. besonders bei Lein, Gurken, Melonen, Kürbissen zc. vorgenommen wird. Es wird dadurch das Produktionsvermögen erhöht, jedoch das Wachstum der Pflanzen verlangsamt und der Verlauf des letzteren ungleichmäßiger.

7. Die Saatmenge.

Die Menge des Saatgutes hängt in erster Linie von dem Raum ab, welchen die Pflanze in ihrem ausgewachsenen Zustande benötigt. Dieselbe wird, jedoch immer mit Rücksicht auf die Sicherheit des Ertrages, um so geringer sein können, je kleiner der Same im Verhältnis zur Ausbreitung und Bestockung der Pflanze ist. Bei der platzweisen Saat ist jedoch „nicht möglichste Samenersparnis, sondern Verwendung des für rationelle Kultur noch zulässigen größeren Saatquantums die wirtschaftlich zweckentsprechendste Maßnahme"[1]). Den größten Raum 0,1—0,3 qm beanspruchen, abgesehen von einigen Handelsgewächsen (Hopfen zc.), die Hackfrüchte, den geringsten die Futtergewächse, welche um so höhere Erträge abwerfen, je dichter ihr Stand. Nach dem Wachsraum und der Körnerzahl, welche in einem bestimmten Maß oder Gewicht enthalten ist (S. 199), läßt sich der Samenbedarf leicht berechnen.

Baut man z. B. Zuckerrüben in 40 cm weiten Reihen und in der Reihe auf 16 cm Entfernung, so kommt auf eine Rübenpflanze ein Wachsraum von 0,064 qm. Auf 1 ha werden daher 156 281 Pflanzen stehen. Zur Sicherung der Saat legt man an jede Pflanzstelle 5 Rübenkerne, somit auf 1 ha 781 405. 1 kg Rübensamen enthält 35 000 Stück; je 100 Samen geben im Mittel (S. 199) 170, 1 kg 60 000 Keimpflanzen; für 1 ha sind daher mindestens 13,02 kg erforderlich.

Die Saatmenge wird jedoch nicht allein von dem Wachsraum, sondern auch von der Größe und Qualität der Samen bestimmt. Je besser der Same, um so weniger braucht man zu säen. Alter Same muß um so reichlicher gesäet werden, je mehr die Keimfähigkeit bereits abgenommen hat.

Die erste Herbst- oder Frühjahrssaat kann dünner ausgeführt werden, als die

---

[1]) J. Kühn, Berichte aus dem physiolog. Lab. d. l. Inst. d. Universität Halle. 1. Heft, Prüfung des Gülich'schen Kartoffel-Anbau-Verfahrens. Halle 1872. S. 99.

später folgenden, da die frühzeitig gesäeten Pflanzen sich kräftiger bestocken und ausbreiten können. Spätere Saaten kommen im Frühjahre in mehr abgetrocknete Felder und müssen daher auch schon deshalb dichter gesäet werden.

Unter den Saatmethoden erfordert das platzweise Legen mit der Hand am wenigsten Samen. Immer mehr benötigen der Reihe nach: die Maschinendibbelsaat, die Reihensaat, die Maschinen- und schließlich die Hand-Breitsaat.

Je tiefer kleine Samen untergebracht werden, desto weniger Körner werden aufgehen, um so stärker muß zur Deckung dieses Ausfalles gesäet werden. Umgekehrt muß bei großen Samen um so dichter gesäet werden, je flacher die Bodenbedeckung, da die Samen durch Vertrocknen und Vogelfraß leichter verloren gehen. Je nach dem Zwecke der Kultur wird der Same verschieden dicht auszusäen sein. Getreide zur Gewinnung von Stroh säet man stärker. Für die Körnergewinnung säet man am dünnsten, für die Verwendung des Getreides zu Grünfutter am dichtesten. Runkelrüben für die Zuckerfabrikation stellt man näher als für die Futterverwendung. Gespinnstflachs säet man dichter als Samenflachs.

Die Samenmenge wird schließlich auch noch von den äußeren Vegetationsverhältnissen beeinflußt. Je günstiger im allgemeinen das Klima und je zusagender der Boden für eine Pflanze sind, um so weniger und je ungünstiger, um so mehr Saatgut wird erforderlich sein. In kalten, sehr trockenen oder sehr feuchten Gegenden oder Boden wird man stets reichlichere Saatmengen in Anwendung finden, ebenso dort, wo die Saaten den Verheerungen durch Tiere ꝛc. mehr ausgesetzt sind. Auf einem schlecht vorbereiteten, scholligen, verunkrauteten Felde säet man dichter als auf einem in gutem Kulturzustande befindlichen Felde. In trockenen Gegenden darf anderseits nicht vergessen werden, daß ein dichter Pflanzenbestand den Boden späterhin mehr als ein schütterer austrocknet.

8. Die Unterbringung der Samen.

Die Mehrzahl der Kulturpflanzen findet auf freiem Felde die Bedingungen zum Keimen nur dann, wenn der Same mit Erde bedeckt wird. Die Bedeckung darf jedoch nur so stark sein, daß dadurch dem Samen die zum Keimen notwendige Feuchtigkeit und der Luftzutritt gesichert werden.

Je später die Jahreszeit, je feuchter die Saatwitterung und je feuchter und gebundener der Boden, um so unzweckmäßiger ist ein tiefes Unterbringen, da nicht nur der erforderliche Luftzutritt durch die Gebundenheit des Bodens und das Übermaß von Feuchtigkeit gehemmt, sondern auch das Aufgehen der Saat durch die geringere Bodenwärme in der Tiefe verzögert wird. Bei lockerem, losem, der Luft zugänglicherem Boden wird dagegen der Same, in tiefere Bodenschichten gebracht, nicht nur ausreichende Luft, sondern auch Feuchtigkeit sicherer finden können. Legt man den Samen zu tief, so könnte es leicht kommen, daß der Vorrat an Reservestoffen im Samen nicht ausreicht, um die Keimpflanze bis über den Boden herauswachsen zu lassen.

Kleine Samen, wie Wiesenrispengras, Strausgras, Goldhafer, Lieschgras und Tabak, welche nicht viele Reservestoffe enthalten, dürfen daher nur an den Boden angedrückt, höchstens mit 0,2—0,5 cm Boden bedeckt werden. Etwas tiefere Bedeckung auf 0,5—1,5 cm vertragen Rotklee, Luzerne, Inkarnatklee, Weißklee, Bastardklee, Hopfenluzerne, Schafschwingel, Kümmel, Fenchel, Mohn, Leindotter, Ackerspörgel, Möhre, Pastinake. Die zweck-

mäßigste Tiefe der Unterbringung für Raps, Rübsen, Buchweizen, Lein, Hanf, Weberkarde, weiße Rübe, Serradella, Rispenhirse, Wiesenschwingel, Kolbenhirse, Mohn, franz. und engl. Raygras, Gurken und Melonen beträgt 2—4 cm. Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Mohrhirse, Linse, Sonnenblume und Esparsette können 2,6—7,9 cm, Erbsen, Wicken, Pferdebohnen, Phaseolen, Platterbsen, Kicher und Lupinen selbst zwischen 3 bis 10 cm tief ohne Beeinträchtigung des Keimens mit Erde bedeckt werden. Kartoffelknollen werden gewöhnlich 10 cm tief in die Erde gelegt und vertragen in lockerem Boden selbst eine Tieflage von 16 cm ohne Gefährdung des Ertrages.

Als ungefährer Anhaltspunkt für die zweckmäßigste Saattiefe einiger Kulturpflanzen unter verschiedenen Verhältnissen können folgende Angaben dienen:

	in schwerem Boden	in mittlerem Boden bei feuchter Witterung	in mittlerem Boden bei trockener Witterung	im Sandboden
Weizen, Roggen, Gerste, Hafer	2	4	5	6,5 cm
Buchweizen, Wicken	2,5	4	5	8 „
Erbsen, Bohnen	2,5	5	6,5	8 „

Wegen der Frostgefahr empfiehlt es sich, das Getreide seicht unterzubringen, damit das Anwurzeln früher und sicherer erfolgen kann. Die Keimpflanze des seicht gelegten Kornes bringt gleich die Kronenwurzeln zur Ausbildung, während sie bei tiefer Kornlage erst ein langes Stengelglied bis an die Oberfläche des Bodens treibt.

Soll ein gleichzeitiges Aufgehen erzielt werden, so muß der Same nicht nur in angemessener Tiefe, sondern alle Samen gleich tief untergebracht werden. Dieser Anforderung an eine gut ausgeführte Saat genügen nur: die Handstufensaat und die Drill- und Dibbelmaschinensaat. Bei letzteren können überdies die Samen durch verschiedene Belastung der Saatschare je nach Erfordernis bis zu einer gewissen Grenze in beliebiger Tiefe in den Boden gelegt werden. Bei der Hand- und Maschinenbreitsaat wird unvermeidlich durch das nachträgliche Bedecken der Samen mit Erde die regelmäßige Verteilung und Unterbringung derselben gestört. Breitwürfig gesäete, feinere Sämereien, wie Gras, Kleesamen, werden in feuchteren Gegenden oft nur mit der Walze leicht an den Boden gedrückt oder, wie z. B. der Flachs, bei sorgfältiger Kultur mit dem Rechen eingeharkt, mit der Schleife eingezogen. Größere Samen pflegt man mit der Egge, dem Saatpflug, dem Exstirpator oder dem Pflug unterzubringen.

Durch die Egge wird die Saat ungleich tief, einzelne, obenauf liegenbleibende Körner oft gar nicht untergebracht. Bei trockener Witterung wird der oberflächlich oder gar nicht untergebrachte Samen vertrocknen. Bei feuchter Witterung wird die Saat zu üppig auflaufen. Bei wechselnder Witterung wird schließlich die Zweiwüchsigkeit der Saat begünstigt. Am vorteilhaftesten ist das Untereggen des Samens auf feuchten Feldern mit bindigem Boden und bei feuchtem Klima, da hier der durch die Egge nur mäßig tief untergebrachte Same weniger dem Verfaulen ausgesetzt ist.

Tiefer als mit der Egge wird der Same mit dem Pflug untergebracht. Der Pflug eignet sich daher nur zur Unterbringung von Kartoffelknollen und von größeren Samen, wie Pferdebohnen, Erbsen rc. Für Getreide und kleine Sämereien ist die Bedeckung mit dem Pflug nur auf losem, trockenem Boden und bei trockener Saatwitterung angezeigt, wenn man nicht den Ausfall an Keimpflanzen durch zu tiefes Unterbringen durch ein größeres Saatquantum ausgleichen will.

Überdies bringt das Unterpflügen den Nachteil, daß die Samen bei dem Umlegen des Erdstreifens in die Furche zusammenrollen und in Folge dessen die Pflanzen in unregelmäßigen, zu dicht bestandenen Reihen erscheinen.

Noch am gleichmäßigsten und zur angemessensten Tiefe werden, in nicht zu gebundenen Bodenarten, die breitwürfig ausgesäeten Samen durch den Saatpflug und den Exstirpator untergebracht. Der Saatpflug, Saatdecker, die Saatharke, Fig. 112, besteht aus 3—7 kleinen Ruchadloscharen, welche an einem gemeinschaftlichen Gestell derart befestigt sind, daß die aufgeworfenen Erdstreifen genau an-

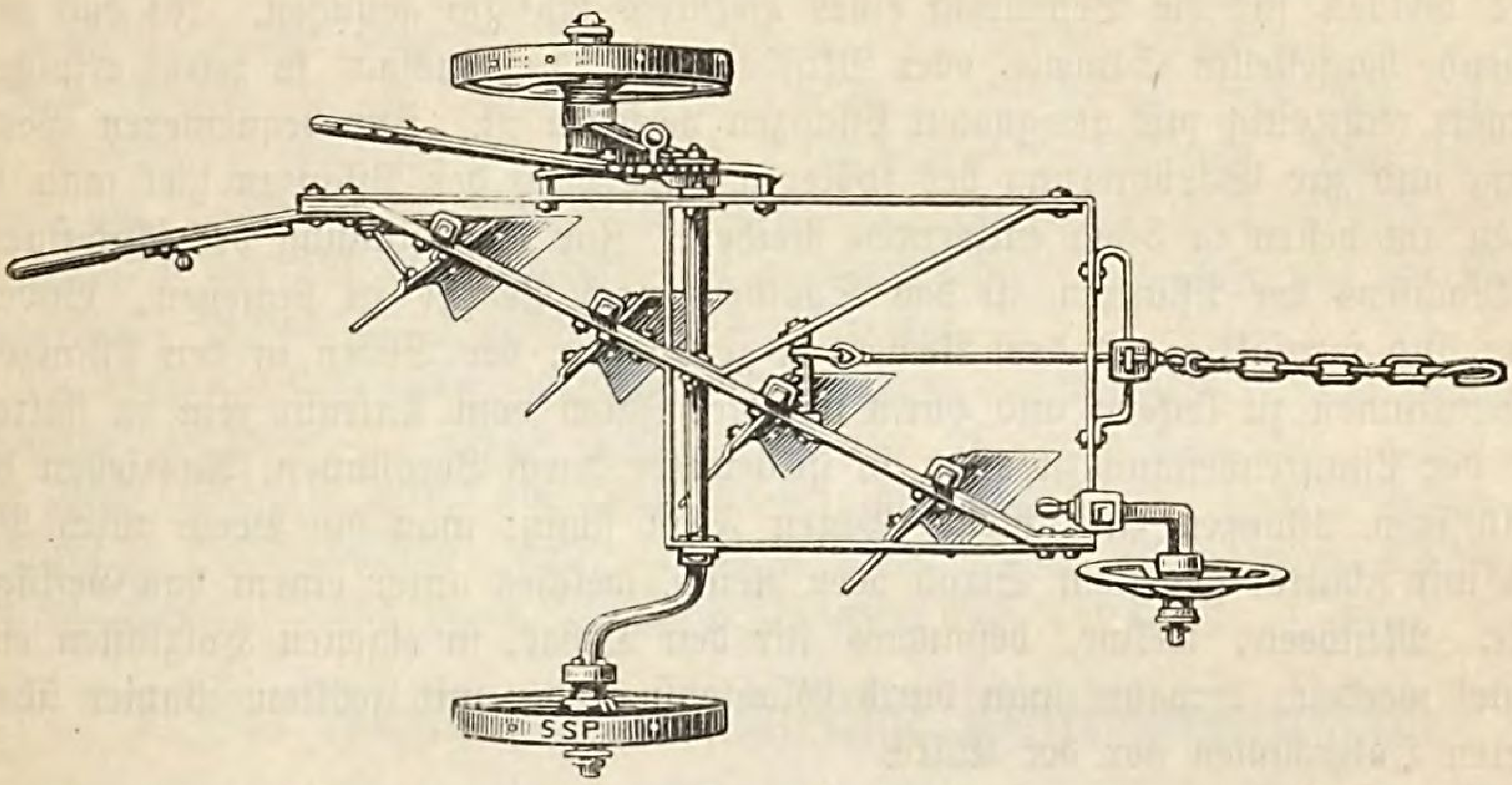


Fig. 112. H. F. Eckert's vierschariger Saatpflug SSP, von oben gesehen. — Gewicht 133 kg, Arbeitsbreite 60 cm, Preis 85 ℳ.

einander zu liegen kommen. Der Saatpflug, dessen Leistung 1—1,5 ha pro Tag beträgt, deckt die Samen auf etwa 4—8 cm Tiefe zu. Derselbe kann auch bei dem Legen der Kartoffeln, zum Rasenschälen und Stoppelstürzen verwendet werden.

9. Die Pflanzung.

Manche Pflanzen benötigen vom Ankeimen bis zum Ausreifen eine längere Zeit, als bei der Einhaltung der gewöhnlichen Anbau- und Erntezeiten zur Verfügung steht, andere besitzen in ihrer Jugend eine so langsame Entwickelung, daß sie sich für die erste Jugendzeit mit einem geringerem Wachsraum als später begnügen können. Wieder andere Gewächse bedürfen in der Jugend wegen ihrer großen Empfindlichkeit besonders gegen Frost einen ausgiebigeren Schutz, als ihnen auf freiem Felde gegeben werden könnte. Andere verlangen ein sehr sorgfältig zubereitetes Feld, so zwar daß sie nicht zeitig genug ins freie Land gesäet werden könnten. In allen diesen Fällen wird es vorteilhafter sein, den Samen anstatt gleich unmittelbar auf das freie Feld zu bringen, vorher auf ein kleineres, gartenmäßig zubereitetes Stück Land oder in besonderen Samen- oder Mistbeeten auszusäen und erst dann die herangezogenen jungen Pflänzchen auf das Feld auszusetzen, zu verpflanzen.

Durch das Verpflanzen werden für gewöhnlich Tabak, Kopfkraut, Pflanzrüben, Weberkarde, Kümmel, Krapp, häufig auch nach Getreide gebauter Raps, Futterrüben ꝛc. bestellt. Zuweilen kommt diese Anbaumethode auch bei Mais, Rüben

und anderen Pflanzen, welche für gewöhnlich nicht verpflanzt werden, zur Ergänzung eines durch Insekten- oder Witterungsschaden oder sonst wie lückenhaft gewordenen Pflanzenstandes zur Ausführung.

Das Samen- oder Mistbeet richte man an einem möglichst windgeschützten Ort, in fruchtbarem Gartenland ein, welches überdies reichlich gedüngt werden soll. Die Fläche des Samenbeetes soll eher etwas zu groß, als zu klein genommen werden, damit man eine leichtere Auswahl unter den Pflanzen hat und überhaupt nicht so leicht Mangel an kräftigen Pflanzen eintreten kann. Im großen Durchschnitt werden für die Bestellung eines Hektares 230 qm genügen. In das entsprechend hergestellte Samen- oder Mistbeet soll die Aussaat so zeitig erfolgen, daß man rechtzeitig mit geeigneten Pflanzen versehen ist. Zur bequemeren Bearbeitung und zur Erleichterung des späteren Aushebens der Pflanzen säet man die Samen am besten in 5 cm entfernten Reihen. Zur Unterstützung des Ankeimens und Wachsens der Pflanzen ist das Saatbeet nach Bedarf zu begießen, Bodenkrusten sind sorgfältig mit dem Rechen zu zerbrechen, der Boden in den Pflanzenzwischenräumen zu lockern und durch fleißiges Jäten vom Unkraut rein zu halten. Wird der Pflanzenbestand zu dicht, so ist derselbe durch Verdünnen, Ausziehen der überflüssigen Pflanzen zu lichten. Gegen Frost schützt man die Beete durch Bedecken mit schütter gelegtem Stroh oder Reisig, welches unter einem das Geflügel abhält. Mistbeete, welche, besonders für den Tabak, in eigenen Holzkästen eingerichtet werden, bewahrt man durch Glasfenster oder mit geöltem Papier überspannten Holzrahmen vor der Kälte.

Mit dem Ausnehmen der erstarkten Pflanzen aus dem Samenbeet wartet man nach Thunlichkeit so lange, bis eine mäßig feuchte Witterung eingetreten. Bei dem Ausnehmen selbst sind die Pflanzen und deren Wurzeln möglichst vor Verletzungen zu schützen. Zu lang gewachsene Wurzeln, welche sich im Pflanzloche umbiegen würden, sind dagegen einzukürzen, verwelkte Blätter abzunehmen. Kräftigere Pflänzlinge erzielt man, wenn man die aus dem Saatbeet genommenen Pflanzen vor ihrem Aussetzen auf das Feld noch auf ein anderes Beet in etwas größeren Abständen überpflanzt, pikiert.


Fig. 113. Pflanzholz.

Das Verpflanzen auf das freie Feld erfolgt, wenn möglich nach einem mäßigen Regen, entweder auf das vorher markierte Land oder nach der Pflanzschnur, dem Pflanzbrett, mit der Hand oder dem Pflanzholz, Fig. 113, bei größeren Pflanzen, wie z. B. bei den Samenrübenwurzeln mit dem Spaten.

An den bezeichneten Pflanzstellen werden mit dem Pflanzholz Löcher ausgehoben, in welche die Pflanzen so tief, als sie früher im Samenbeet im Boden gewachsen, eingesenkt werden. Hierauf wird das Pflanzholz, etwa 5 cm vom Pflanzloch entfernt, in schräger Richtung gegen die Spitze der Wurzel zu in den Boden gestoßen und durch Herabschieben des Griffes gegen die Pflanze, wobei die Spitze des Pflanzholzes als Stützpunkt dient, die dazwischen liegende Erde fest an die Wurzeln der Pflanze gedrückt. Nach dem Zurückziehen des Pflanzholzes genügt ein leichter Stoß mit der Spitze, um das Loch mit lockerer Erde zu füllen. Auf vorstehende Weise wird vermieden, daß die Wurzeln frei im Loche hängen bleiben und dann vertrocknen.

Bei kleineren Flächen läßt sich das Anwurzeln der Pflänzlinge durch An-

schlämmen mit Wasser oder verdünnter Jauche sichern. Bei manchen Gewächsen, wie z. B. bei Raps, können die bewurzelten Pflanzen auch an die Seitenwand der geöffneten Pflugfurche gelegt und durch die folgende Furche mit Erde bedeckt werden.

VIII.

Die Pflege.

Die Pflege der Pflanzen umfaßt die Ausführung einer Reihe von Kulturmaßregeln, welche entweder das Wachstum der Pflanzen befördern oder Hindernisse beseitigen, die sich demselben entgegenstellen; die Pflege stützt sich daher auf die Erkenntnis des Lebens und der Bedürfnisse der Pflanze. Das Pflanzenwachstum wird vornehmlich durch die Bearbeitung des Bodens während des Wachstums der Pflanze gefördert; im gewissen Sinn fällt diese mit der Beseitigung eines ungünstigen Bodenzustandes zusammen.

Die Kulturmaßregeln, welche bei der Pflege der Pflanzen vorzunehmen sind, bezwecken entweder 1. Schutz gegen nachteilige Witterungseinflüsse, entsprechend den Licht-, Wärme-, Luft- und Wasserbedürfnissen der Pflanze, oder 2. Schutz gegen ungünstige Bodenzustände, entsprechend dem Bedarf der Pflanzen an Bodennährstoffen, oder 3. Schutz gegen schädliche Pflanzen und Tiere.

1. Der Schutz gegen nachteilige Witterungseinflüsse.

Den Winterfrüchten wird ein schneeloser Winter oft verderblich. Das wiederholte Gefrieren und Auftauen des Bodens während desselben verursacht durch die abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung des Bodens das Ausfrieren der Pflanzen, bei welchem letztere aus dem Erdreich gehoben werden. Bei mäßigem Auftreten des Ausfrierens kann der Saat durch Überfahren mit mittelschweren Walzen aufgeholfen werden. Durch dasselbe werden die vom Frost bloßgelegten und emporgezogenen Wurzeln an den Boden angedrückt, so daß die Pflanzen wieder fortwachsen können. In Gegenden, welche regelmäßig von schneelosen Wintern heimgesucht werden, empfiehlt es sich, schon von vornherein zur möglichsten Abminderung dieses Übelstandes die Getreidesaaten seichter unterzubringen, um ein rascheres und sicheres Anwurzeln zu erzielen. Eine ähnliche Erscheinung wie das Ausfrieren ist das Auswintern, welches jedoch durch die Angriffe schädlicher Tiere oder durch verheerende Pilzvegetationen hervorgerufen wird.

Eine zu starke Schneedecke, welche sonst die Pflanzen vor raschem Temperaturwechsel schützt und mit Feuchtigkeit versieht, kann den Saaten durch Abschließung von Luft und Licht verderblich werden, besonders bei Schneewehen oder wenn sich durch Auftauen und nachmaliges Gefrieren eine Eiskruste auf dem Schnee gebildet hat. In diesem Fall zerbricht man die Eiskruste durch Aufpflügen oder Abwalzen mit Stachelwalzen, oder indem man die Eiskruste von Ochsen oder Pferden durchtreten läßt.

Noch größeren Schaden als durch Luftabschließung kann eine Schneedecke verursachen, welche sich auf feuchtem, noch ungefrorenem Boden bildet, da dann die Saat leicht verfaulen kann. Schließlich schadet der Schnee beim Auftauen durch Abschwemmen des fruchtbaren Bodens. Zur Verhütung dieses Schadens

und zur Verhinderung von Tauwasseransammlungen, welche zum Austränken der Pflanzen Veranlassung geben können, hat man zweckmäßig geführte Wasserfurchen und Abzüge anzulegen und sorgfältig im dienstfähigen Stand zu erhalten.

Daß eine mittlere Schneedecke von 15—18 cm das wirksamste Schutzmittel gegen das Eindringen des Frostes in den Boden, gegen Wärmeschwankungen im Boden und gegen Erfrieren der Kulturgewächse ist, zeigen die Beobachtungen von Ebermayer (Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Berlin 1873) in Aschaffenburg:

Tag	Lufttemp. °C. 9 h Vm.	Temp.-Minimum bei Nacht.	Temperatur °C des schneebedeckten Boden 9 h Vm. Oberfläche	15	31	126 cm tief,
8. Dez. 1871	—14,8	—27,1	—0,9	—1,1	+1,4	+6,3
12. " "	—11,3	—26,4	—1,3	—1,8	+0,8	+5,9
16. " "	— 1,1	— 3,8	0,0	—0,4	+0,7	+5,6

Gegen Ausgang des Winters verursachen Spätfröste, gegen Ausgang des Herbstes Frühfröste den größten Schaden. Gegen die schädliche Einwirkung derselben schützt das Bedecken oder Anhäufeln der Pflanzen mit Erde. In Hopfengärten legt man aus diesem Grunde über die Hopfenpflanzen mit dem Pflug einen Furchenstreifen, welcher im Frühjahre wieder entfernt wird, sobald die Frostgefahr vorüber ist. Rübenwurzeln, welche im Frühjahre zur Samenzucht ausgesetzt werden, erhalten zum Schutz gegen Frost ein kleines Erdhäufchen. Reicht die Erde zum Bedecken der Pflanzen nicht aus, so verwendet man auch Stroh oder strohigen Dünger. Wiesen, auf welchen die Vegetation der Graspflanzen im Frühjahre bereits erwacht ist, schützt man vor der Frosteinwirkung durch Überleiten von nicht zu kaltem Wasser. In Weinbergen sucht man frühmorgens, vor Sonnenaufgang, durch Erzeugung von Rauchwolken die lebhafte Wärmeausstrahlung zu vermeiden. Treten die Fröste frühzeitig im Herbst ein, so können sie selbst die Ernte behindern. Beispielsweise kann es vorkommen, daß spätreifende Maissorten, Buchweizen, Phaseolen vor der Ernte von Frühfrösten überrascht werden, daß die Zuckerrüben bei Mangel an Arbeitern einfrieren und mit Schnee bedeckt werden, bevor ihr Herausnehmen aus dem Boden beendet ist.

Vergl. Dr. H. Müller-Thurgau, Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen, Landw. Jahrb. Berlin 1880, S. 133.

Nasse Witterung behindert die rechtzeitige Ausführung der meisten landwirtschaftlichen Arbeiten, und verursacht unmittelbar empfindlichen Schaden durch Beförderung eines üppigen Wachstums, welches das Lagern der Kulturpflanzen und das Verfaulen der saftigen, grünen Pflanzenteile begünstigt. Tritt anhaltend feuchte Witterung während des Blühens der Pflanzen ein, so wird die Befruchtung durch Zerplatzen oder Fortschwemmen der Pollenkörner gestört und dadurch die Samenbildung gehindert. Am empfindlichsten schadet nasse Witterung bei der Einbringung der reifen Pflanzen. Stroh und Heu verlieren durch mehrfaches Beregnen während der Ernte, je mangelhafter dabei vorgegangen wird, nicht allein den aromatischen Geruch, sondern auch einen erheblichen Teil ihrer löslichen Nährstoffe, wenn sie nicht durch Verfaulen gänzlich unbrauchbar werden. Während einer nassen Erntewitterung können die Samen in den Ähren der Körnerfrüchte auswachsen oder durch Aufquellen, wie Gerste und Hafer, in ihrer Keimfähigkeit beeinträchtigt werden. Unter allen Umständen leidet durch feuchte Witterung, wenn dieselbe während des Pflanzenwachstums mit Kälte verbunden ist, die

Qualität der abzuerntenden Früchte. Wein, Obst, Rüben bleiben unter solchen Verhältnissen zuckerarm, Kartoffeln arm an Stärke.

Nach Dr. Maercker (Braunschweigische landw. Ztg., L. Jhrg., Braunschweig 1882, Nr. 52, S. 205) enthielten gut eingekommene Gerstenkörner 64,10 %, ausgewachsene Gerstenkörner 57,98 % Stärkemehl, diese Verminderung wird teils durch Zuckerbildung, teils durch Zersetzung oder Kohlensäureentwickelung herbeigeführt. Am tiefsten eingreifend waren die Veränderungen der stickstoffhaltigen Verbindungen; deren Gesamtgehalt an löslichem und unlöslichem Eiweiß durch Übergang in Amide von 96,1 auf 75,5, d. h. um 20,6 Teile von 100 Teilen vorhandenen Stickstoff durch das Auswachsen gesunken war. Die Amide waren von 1,5 auf 22,2 pro 100 Teile vorhandenen Stickstoff vermehrt. Von 100 Körnern der gut eingekommenen Gerste keimten im Mittel 98, von den ausgewachsenen nicht mehr als 45 Körner.

In einem kühlen, nassen Jahre geerntete Kartoffeln enthielten z. B. nur 18 % Stärkemehl, während auf demselben Felde in einem günstigen Jahrgange geerntete Kartoffeln einen Stärkemehlgehalt von 21—22 % zeigten. Nach Stöckhardt enthielt Hafer, der im naßkalten Jahre 1851 gebaut wurde, in den Körnern 7 %, im Stroh 2 % Proteinstoffe, dagegen im warmen Jahre 1852 in den Körnern 12 %, im Stroh 3,5 % Proteinstoffe.

Die Abhilfe gegen zu nasse Witterung beschränkt sich, während die Samen im Boden liegen, oder die Pflanzen im Felde stehen, auf das sachgemäße Ziehen und Instandhalten von Wasserfurchen und späterhin auf die sorgfältige Ausführung der Ernte. Am meisten geschützt gegen die schädliche Einwirkung des feuchten Wetters sind drainirte oder mit offenen Wasserableitungsgräben versehene Felder.

Regengüsse, welche mit Hagel verbunden sind, schaden um so mehr, je weiter die betroffenen Früchte in ihrer Entwickelung vorgeschritten sind. Selbst dann, wenn die Pflanzen durch den Anprall der Hagelkörner nicht geknickt werden, wird die Lebensthätigkeit der Pflanze schon durch das teilweise Erfrieren der von Hagelkörnern getroffenen Stellen, welche sich durch eine Entfärbung des Blattgrünes bemerkbar machen, gestört. Werden die Pflanzen schon nahe der Blütezeit etwa im Juni von einem heftigen Hagelwetter betroffen, so erübrigt nur, sie abzumähen und an ihrer Stelle nach Möglichkeit noch eine andere Saat, z. B. von Buchweizen, Sommerraps, Spörgel zu Heu, Grünmais, weißer Senf, Brachrüben auszuführen. Den besten Schutz bietet die Versicherung gegen Hagelschaden.

Trockene Witterung verzögert oder verhindert das Aufgehen der Saat; später stört sie die Entwickelung und das Ausreifen der Pflanzen. Je nach der Vegetationsperiode, in welcher die trockene Witterung eintritt, wird sie von sehr verschiedenem Einfluß sein. Die Trockenheit schadet gar nicht, wenn die Körner schon so weit ausgebildet sind, daß ihr Inhalt fadenziehend geworden ist, denn dann ist die Produktion der Masse schon beendet. In allen früheren Vegetationsperioden wirkt starke und längere Trockenheit nachteilig auf die Entwickelung und den Ertrag, je früher die Pflanze davon betroffen wird. Getreidepflanzen, welche in ihrer Jugend viel Feuchtigkeit erhielten, später aber an Trockenheit leiden, werden in der Ausbildung der Körner beeinträchtigt. Bei starker Trockenheit schlagen dann die Körner selbst fehl, — das Getreide verscheint. Umgekehrt bilden Pflanzen, welche in ihrer Jugend trockener Witterung ausgesetzt sind, ihre Körner ganz gut aus, während das Stroh kurz bleibt, wenn vor der Blütezeit feuchte

Witterung eintritt. In durchgängig trockenen Jahrgängen schossen die Getreidepflanzen nicht vollkommen aus, werden notreif, wodurch zwar das Stroh einen größeren Nährwert erhält, aber der Körnerertrag bedeutend geschmälert wird, da besonders anhaltende Dürre verhindert, daß die in den Wurzeln, Halmen, Blättern aufgespeicherten Nährstoffe zur Ausbildung der Körner verwendet werden, daher im Stroh zurückbleiben. Ähnliches gilt von den Zuckerrüben, deren Wachstum in einem trockenen Herbst vorzeitig zum Stillstand kommt, so zwar, daß die Zuckerbildung in den Rübenwurzeln gehemmt wird. Am meisten wird durch zu trockene Witterung das Wachstum der grasartigen Pflanzen beeinträchtigt. Gegen trockene Witterung kann nur die Bewässerung Abhilfe gewähren. Im bindigen Boden läßt sich eine Konservierung der Feuchtigkeit durch Abwalzen, im lockeren Boden durch oberflächliches Abeggen erzielen. Felder, die in der Nähe von ausgedehnteren Baumgruppen oder Wäldern liegen, werden ebenso wie gedüngte, in guter Kultur stehende Ackerländereien unter übrigens gleichen Umständen viel weniger von der Trockenheit zu leiden haben als ungedüngte und verwahrloste Felder in baumloser Gegend.

Nach Untersuchungen von Ebermayer (Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Berlin 1873) beträgt die Menge des in einzelnen Jahreszeiten (im Mittel sämtlicher Beobachtungen von 1868/69) in verschiedenen Tiefen in den Ackerboden, im streulosen und streubedeckten Waldboden eingedrungenen Wassers in Prozenten der gefallenen Regen- und Schneemenge:

Eingedrungene Wassermenge in Prozenten des Niederschlages:	Winter:			Frühling:			Sommer:			Herbst:		
bei einer Bodentiefe von cm	31,4	62,8	125,5	31,4	62,8	125,5	31,4	62,8	125,5	31,4	62,8	125,5
im Ackerboden ...	94	89	99	55	56	64	19	14	11	54	51	49
im streulosen Waldboden	91	—	—	70	—	—	52	—	—	60	—	—
im streubedeckten Waldboden	94	97	63	82	81	83	72	65	63	60	68	54
Unterschied für den Ackerboden	+3,0	−8	+36	−15,−26	−25	−19	−33,−53	−51	−25	−6,−6	−17	−5

Schwache Winde befördern die Kohlensäureversorgung, die Transpiration und durch Verwehen der Pollenkörner die Befruchtung der Pflanzen, stärkere die Bewurzelung der Pflanzen besonders auf der Windseite. Anderseits wird durch die Winde die Verbreitung der Samen und dadurch die Verunkrautung der Äcker begünstigt. Durch heftige austrocknende Winde wird die Befruchtung durch Austrocknen der Narben und Pollenschläuche, und durch Verwehen der Pollenkörner, bevor sie zur Wirksamkeit gekommen, beeinträchtigt und der Samenausfall bei reifenden Pflanzen vermehrt. Durch die Winde wird die Entwickelung der Gefäßbündel und Bastsränge befördert, in windreichen Lagen zeigen daher Hanf und Lein sehr groben Bast.

Bei Pflanzen, deren nutzbarer Teil die Blätter sind, wie z. B. bei Tabak, macht der Wind durch Zerreißen die Blätter unbrauchbar, so zwar, daß in windreichen Örtlichkeiten die Kultur derartiger Blattpflanzen aufgegeben werden muß. Bei manchen Pflanzen, z. B. bei Mais, kann es vorkommen, daß die Blätter durch den

Wind abgedreht, oder daß die Pflanzen, wie bei jungen, auf sandigem Boden gebauten Getreidepflanzen verweht oder aus dem Boden herausgerissen werden. Im letzteren Fall empfiehlt es sich das Feld abzuwalzen, um die Pflanzen wieder an den Boden anzudrücken. Den ausgiebigsten Schutz gegen die Heftigkeit der Winde vermögen nur Hecken- und Baumpflanzungen zu gewähren.

Bei manchen Saaten, besonders bei Getreide, kommt häufig eine Erscheinung zur Beobachtung, welche der Landwirt als das Lagern bezeichnet. Sie besteht darin, daß die davon betroffenen Pflanzen nicht aufrecht stehen bleiben, sondern sich zur Erde legen und in Folge dessen in ihrer weiteren Entwickelung gestört werden. Gelagerte Gewächse können daher nur unvollkommen ausgebildete Körner liefern. Das Lagern tritt meist nur auf reichgedüngtem Boden und bei sehr üppiger Vegetation der Pflanzen ein. Ursache desselben ist der Mangel an Licht, welcher in den unteren Internodien des Getreidehalmes, ähnlich wie bei etiolierten (beschatteten) Pflanzen, eine Ueberverlängerung und ungenügende Verdickung der Zellen hervorruft, so zwar, daß die üppig entwickelten oberen Teile nicht den nöthigen Halt finden können. Als geeignetste Abhilfe empfiehlt sich die Drillsaat, bei welcher selbst bei üppigerem Wachstum wenigstens zwischen den Reihen das Licht leichteren Zutritt hat; ähnliches soll durch Aussaat von lang- und kurzstrohigen Getreidesorten erreicht werden. Zeigen die Wintersaaten ein so kräftiges Wachstum, daß Lagerfrucht zu befürchten ist, so können die Pflanzen durch flüchtiges Abweidenlassen im Herbst oder vor dem Ausschossen der Halme im Frühjahre in ihrer üppigen Entwickelung gehemmt und dem Licht freier Zutritt verschafft werden. Dasselbe läßt sich auch durch scharfes Eggen oder Abwalzen erreichen. Sind die Pflanzen schon weiter herangewachsen, so läßt sich die Gefahr des Lagerns auch durch Abnehmen der obersten Spitzen mit der Sichel oder Sense, durch das sogenannte Schröpfen oder Serben vermindern.

Die Länge der Internodien bei etiolierten und im Licht (frei) gewachsenen Roggenhalme beträgt zur Zeit der Reife nach Koch (Einfluß der Beschattung auf das Pflanzenwachstum. Landw. Zentralbl. für Deutschland. Berlin 1872, S. 202).

	1. Int.	2. Int.	3. Int.	4. Int.	5. Int.	Gesamt-Halmlänge i. Durchs.
frei . . .	52	136	344	371	409	1314 mm
etioliert . .	86	234	276	308	421	1326 „
	1:1,6	1:1,7	1,2:1	1,2:1	1:1	1:1

Die durchschnittliche Verdickung der Zellen an der Basis des 2. Internodiums bei einer 5—800fachen Vergrößerung gemessen, beträgt:

	Äußere Wand der Epidermis	Gefäßbündelscheide	Ringgefäße der Gefäßbündel	Markzellen
frei . . .	0,00682	0,00307	0,00489	0,00187
etioliert . .	0,002648	0,000913	0,00426	0,000757
	2,5:1	3,3:1	1,1:1	2,4:1

Das Abnehmen einzelner Pflanzenteile, um der übrigen Pflanze mehr Licht und Raum zur Entwickelung zu verschaffen, findet nicht nur bei dem Getreide, sondern auch bei manchen anderen Kulturpflanzen statt. Im Hopfengarten bricht oder schneidet man die Blätter 0,5 m vom Boden aufwärts ab, um der Luft und dem Licht ungehinderten Zutritt zu gewähren. Bei dem Tabak werden die aus den Blattwinkeln hervorkommenden Seitentriebe fort und fort ausgebrochen, ausgegeizt. Entwickelt der Tabak Blüten, so werden diese gleichfalls abgebrochen, um

die Bildung vollkommener Blätter zu befördern. Das Abgipfeln der Blütenstände wird auch bei Zuckerrüben vorgenommen, welche schon im Herbst zu blühen beginnen, und dadurch die Wurzelernte schädigen. Den Maispflanzen nimmt man zuweilen die Fahne, den männlichen Blütenstand, wenn bei kühler Zeit zu befürchten steht, daß die Kolben nicht ausreifen. Die Hülsenfrüchte werden entgipfelt, pinziert, um die Bildung von Seitentrieben, meist jedoch auf Kosten des Ertrages, zu befördern oder die Verbreitung der Blattläuse zu hemmen.

2. Der Schutz gegen ungünstige Bodenverhältnisse.

Mergeliger, feinkörniger Boden kann durch Regengüsse leicht derart zusammengeschlämmt werden, daß sich eine Kruste bildet, welche den Boden gegen die Atmosphäre abschließt und das Eindringen des Wassers verhindert. Bildet sich die Kruste unmittelbar nach der Aussaat, so ist dieselbe durch Abeggen oder bei größerer Dicke durch Abwalzen oder durch Ueberfahren mit dem Krustenstachler zu zerbrechen, damit die Luft ungehindert zu den keimenden Samen gelangen kann. Die Keimpflanzen werden überdies durch die zerbrochene Kruste ungehindert aus dem Boden hervorkommen können. Selbst bei Pflanzen, deren Triebe, wie z. B. bei den Kartoffeln, stark genug wären, um selbst mächtigere Krusten zu durchbrechen, wird es sich empfehlen, die Kruste zur Erleichterung des Austreibens zu entfernen.

Nach Neßler (Landw. Wochenbl. Wien 1870, S. 143) enthielt eine Erde, welche überhaupt 21,3% Wasser zurückhalten konnte, 6 Tage nach dem Begießen folgende Wassermengen in 100 Teilen:

In einem hohen Cylinder	Oberste (13 cm) Schichte	10,5 cm unter der Oberfläche
1. locker eingefüllte Erde	15,6	12,6
2. leicht eingepreßte, dichte Erde	13,9	8,8
3. locker eingefüllte Erde, deren Oberfläche durch Zusammenpressen im umgekehrten Cylinder mit einer 4 cm starken Kruste versehen war	20,0	3,6

Während die Pflanzen im Felde stehen, wird zur Beförderung des Wachstums häufig eine Lockerung erforderlich sein, welche denselben Zweck hat wie die Bodenbearbeitung überhaupt. Durch dieselbe wird das Eindringen des Wassers und der Luft erleichtert und damit der Pflanze durch Beförderung der Verwitterung während der Vegetation neue Bodennahrung zur Verfügung gestellt. Diese Bodennahrung kann um so leichter ausgenutzt werden, als den Wurzeln durch die Lockerung mehr Raum zur Entwickelung gegeben wurde. Das Auflockern oder Austrocknen der obersten Bodenschicht verringert die Wasserverdunstung im Boden. Außerdem werden durch die Bearbeitung der Pflanzenzwischenräume alle Unkräuter vertilgt, welche sonst den Kulturpflanzen den Platz und die Nahrung wegnehmen. Insekten, welche die Pflanzen in ihrer Jugend heimsuchen, werden wenn auch nicht immer vernichtet, so doch verscheucht und so lange unschädlich gemacht, bis die Pflanzen, welche durch die Lockerung kräftiger heranwachsen, den Angriffen der Schädlinge leichter widerstehen können.

Wiesen und mehrjährige Kleeschläge werden im Herbst oder noch zweckmäßiger im nächsten Frühjahre, sobald dieselben abgetrocknet, mit scharfen Eggen überfahren, um den Boden zwischen den Gras- oder Kleestöcken möglichst zu lockern

und der Luft zugänglich zu machen. Der Erfolg eines derartigen Übereggens wird sich um so auffälliger zeigen, je älter die Grasnarbe und je mehr sich der Boden der Kleefelder im Verlauf der Zeit geschlossen hat. In gleicher Weise werden breitwürfige oder gedrillte Getreidesaaten, Hülsenfruchtschläge, Kartoffeln, Futterfelder ꝛc. im Frühjahre, sobald sich der Boden schließt, ein- oder mehrmal abzueggen sein. Bei dichtstehendem Getreide wird sich auch ein Eggen quer über die Drillreihen durch die Verdünnung des Pflanzenbestandes bestens bewähren.

1. Das Behacken der Pflanzen.

Am häufigsten wird der Boden während der Vegetation der Kulturgewächse durch das Behacken der Pflanzenreihen gelockert. Diese Kulturarbeit verlangen Kartoffeln, Rüben, Mais und sonstige Hackfrüchte, somit Pflanzen, welche bis zu ihrer vollständigen Entwickelung einen großen Wachsraum beanspruchen und daher in der ersten Jugend das Feld nicht vollständig bedecken.

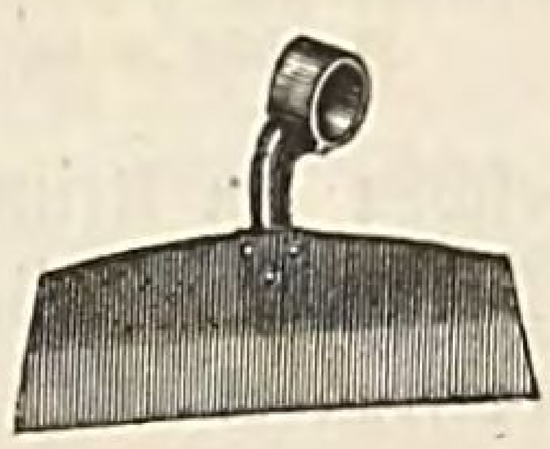


Fig. 114. Amerikanische Haue von Batcheller & Sons (Clayton & Shuttleworth—Wien). — Blattbreite 15, 20 und 23 cm; Preis 60, 70 und 80 kr. (1,20, 1,40 und 1,60 *M.*).

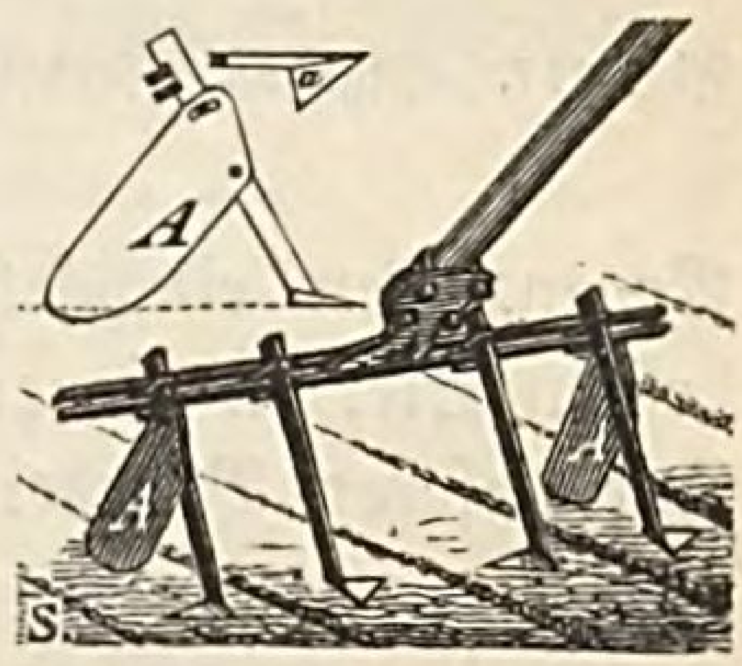


Fig. 115. Hackrechen mit 4 auf 12—15 cm Reihenentfernung stellbaren einseitigen Scharen a und Führungsblechen A von R. Sack—Plagwitz. — Preis für 4 Reihen 10 *M.*, für 5 Reihen 11 *M.*

Am sorgfältigsten läßt sich das Behacken mit der **Handhaue**, Fig. 114, dem Haindl, oder dem Hackrechen, Fig. 115, durchführen, da der Arbeiter möglichst nahe der Pflanze den Boden zu lockern vermag, ohne dieselbe zu beschädigen, selbst wenn die Pflanzen nicht in regelmäßigen Reihen stehen. Schneller und zugleich billiger als mit der Hand läßt sich die Hackarbeit bei Reihenkultur mit der **Pferdehacke** verrichten. Mit letzterer können bei einer Bespannung mit einem Pferd 1,10 bis 1,7 ha, mit zwei Pferden 2,0—4,0 ha pro Tag fertig werden, während zum Behacken eines Hektars mit der Hand, je nach der Reihenentfernung, der Tiefe der Bearbeitung, der Beschaffenheit und Verunkrautung des Bodens, 10 bis 26 Arbeitstage erforderlich sind.

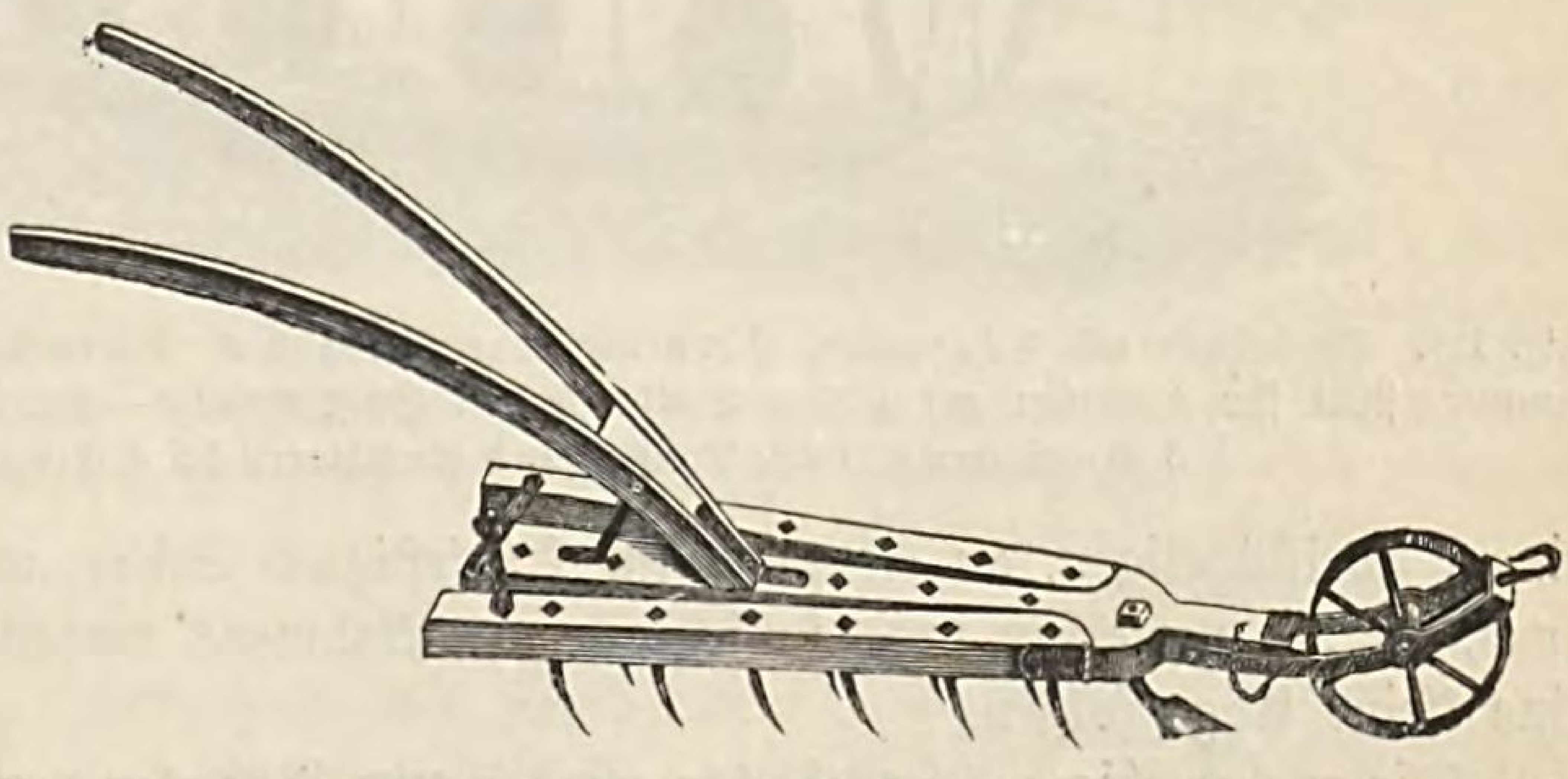


Fig. 116. Furchenigel. — Ackergerätefabrik Hohenheim, P. Groß, Gewicht 61 kg, Preis 55 *M.*

Je nach der Konstruktion der Pferdehacke wird eine Reihe oder bei engestehenden Pflanzen mehrere Reihen zu gleicher Zeit bearbeitet. Die einreihige Pferdehacke bietet den Vorteil der leichteren Führung. Ein bewährtes Gerät dieser Art ist die Furchenegge (Drillegge, Furchenigel, Rübenigel), Fig. 116.

Dieselbe besteht aus drei Eggenbalken, welche nach vorn spitz zulaufen; zwei derselben sind in der Nähe des Laufrades mit Scharnieren versehen, um sie für schmälere und breitere Reihen stellen zu können. An den Balken sind mehrere

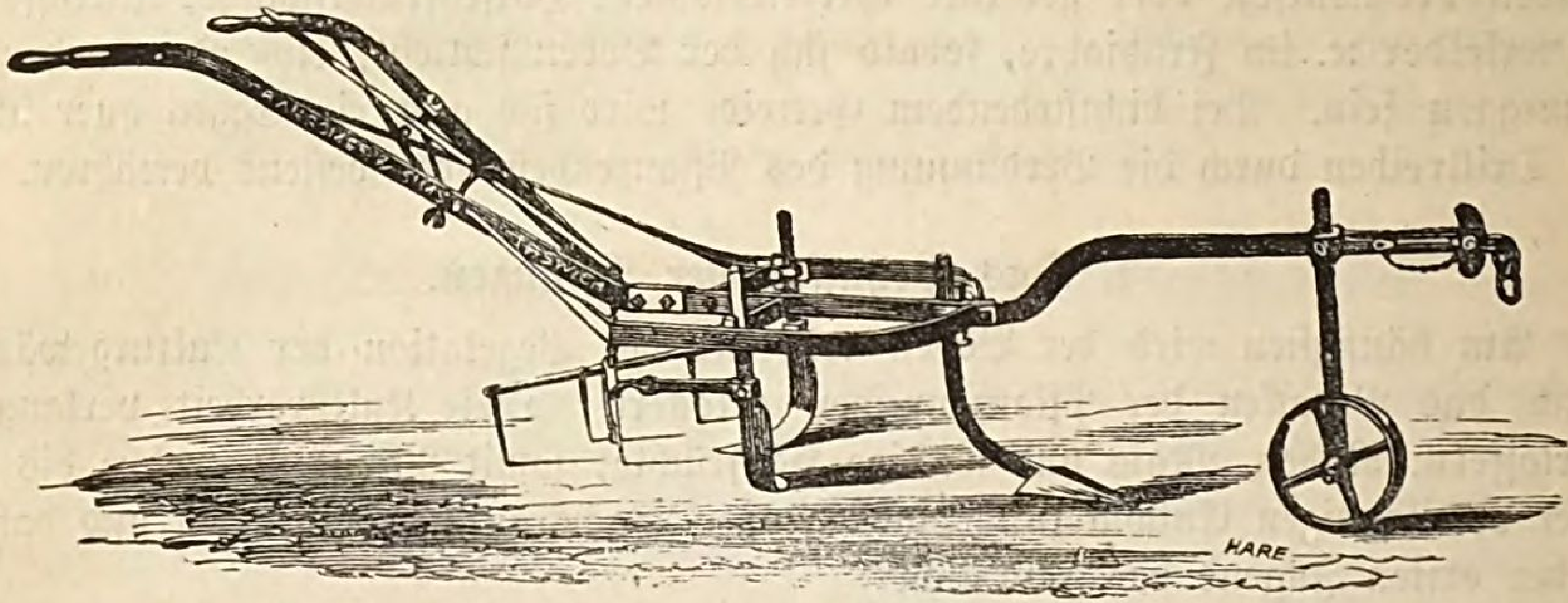


Fig. 117. Englische Pferdehacke von Ransomes, Head & Jefferies—Ipswich. — Reihenentfernung 35—60 cm, Gewicht 50 kg, Preis 55 M.

Eggenzinken eingesetzt, welchen ein kleines, herzförmiges Schar vorangeht. Die beiden Sterzen dienen zur Führung des Gerätes, genau in der Richtung der Reihen. Zur tieferen Bearbeitung verwendet man die englische Pferdehacke, Fig. 117, mit

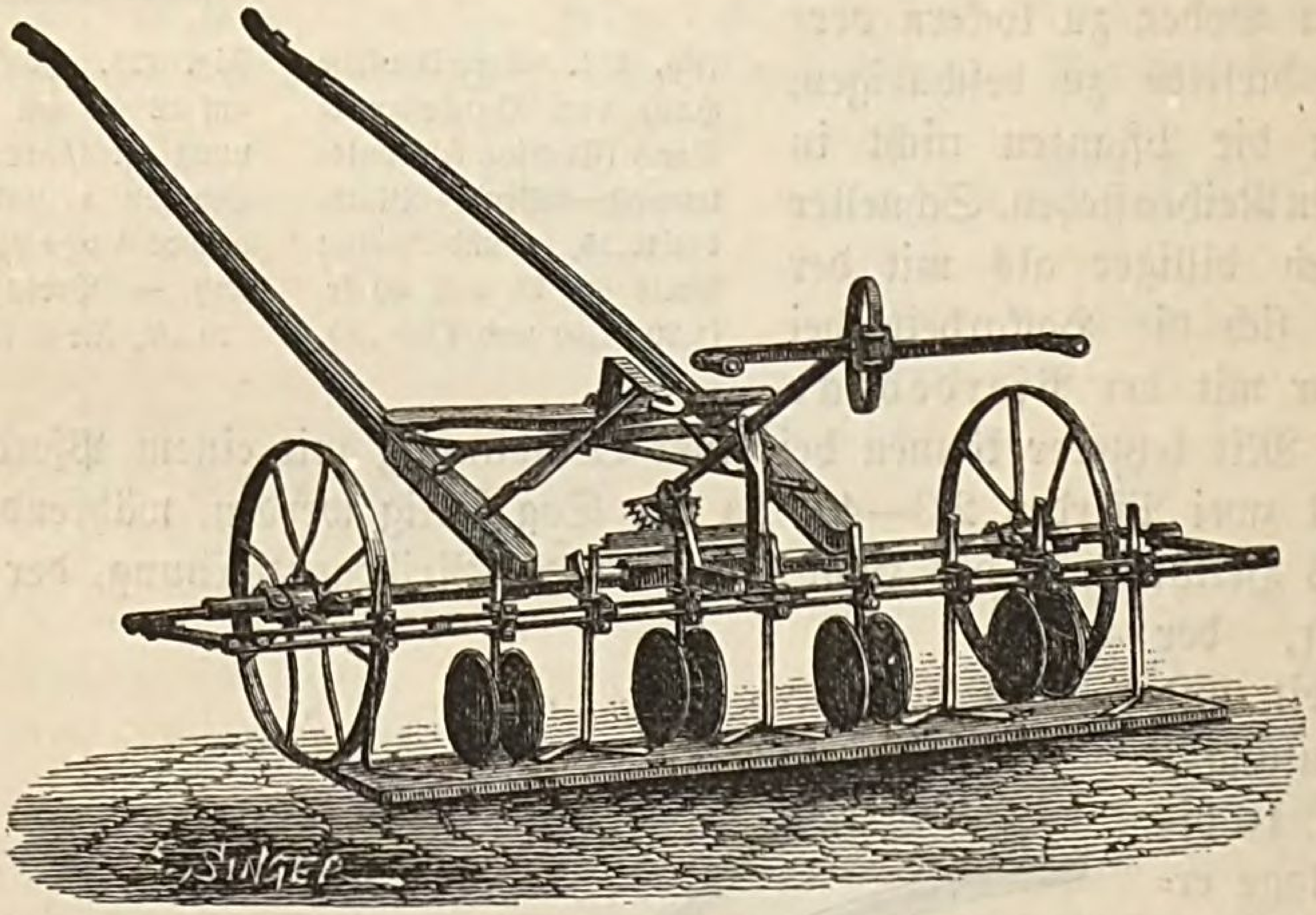


Fig. 118. Pferdehacke mit Schutzrollen, Doppelmesser und auf 2 m Spurweite stellbaren Fahrrädern, zusammengestellt für 4 Reihen auf 1,75 m Hackbreite von Ernst Schulze—Eutritzsch. — Gewicht 120 kg, inkl. 3 Garnituren 175 kg, Preis inkl. 3 Garnituren bei 4 Reihen 140 M.

einem zweiflügeligen, an einem Grindel befestigten Schar, welchem nach rückwärts zwei, an 2 Querstäben des schmiedeeisernen Rahmens verschiebbare Hackschare und eine kleine Egge folgen.

Die mehrreihigen Pferdehacken werden zum Behacken von eng gebauten Rüben, weit gedrilltem Grünmais rc. verwendet. Das Behacken von Getreidefeldern gelangt unter unseren Verhältnissen selten zur Ausführung, weil sich im trockenen Klima eine weite Reihenentfernung wegen des Austrocknens des Bodens zwischen den Reihen nicht günstig für das Pflanzenwachstum herausstellt.

Unter den mehrreihigen Pferdehacken verdienen die Smith'schen und die ähnlich konstruierten von Rud. Sack und Ernst Schulze, Fig. 118, genannt zu werden. Bei den letzteren ist der ganze Hackapparat um die Fahrräderachse drehbar; er wird für den Transport in die Höhe gehoben und an einem in der Figur ersichtlichen Zughaken aufgehängt. Zur seitlichen Verschiebung der Hackmesser dient der Steuerhebel, welcher je nach der Größe des Arbeiters zu verschiedener Höhe eingestellt werden kann.

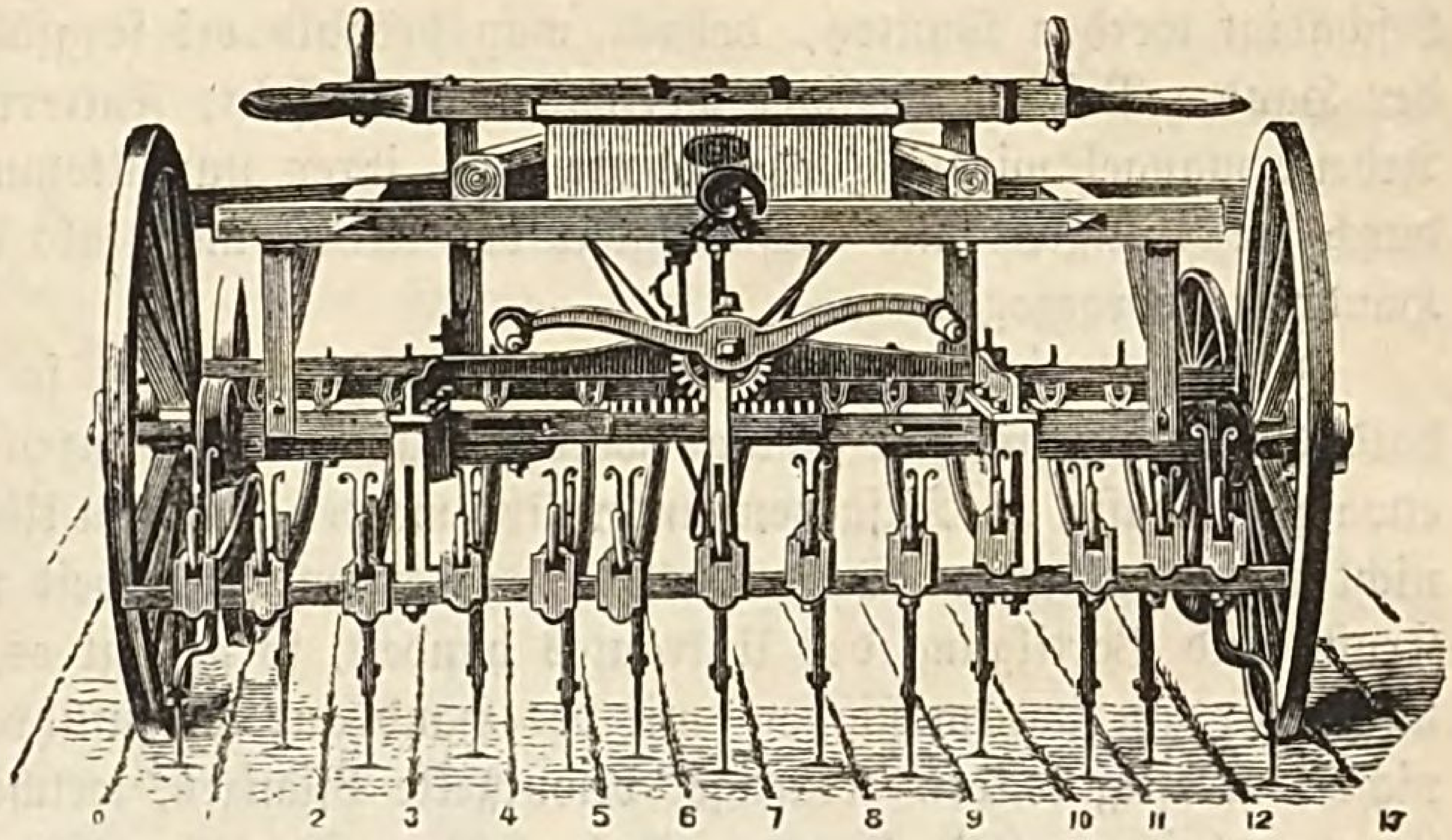


Fig. 119. Hackmaschine nach Taylor von W. Siedersleben & Co. mit Armatur zum Behacken von 13 Getreidereihen. — Gewicht mit 3 Armaturen: 1. mit Schutzwalzen, 2. zum Fertighacken, 3. zum Anhäufeln von 4 Rübenreihen 360 kg, Zugkrafterfordernis bei 8 cm Tiefgang 125 kg, tägliche Leistung 4 ha, Spurbreite 1,88 m, Preis 435 *M*, extra für 13 Winkelmesser von 7,8—15,7 cm Breite 13 *M*.

Sehr zweckmäßig ist die mehrreihige, schmiedeeiserne Pferdehacke nach Taylor von W. Siedersleben & Co. — Bernburg, Fig. 119. Bei derselben läßt sich der ganze Hackapparat durch Drehung einer Getriebachse, welche in eine auf dem Achsbalken befestigte Zahnstange eingreift, nach beiden Seiten bis auf 33 cm verschieben. Hierbei wälzt sich das Zahnrad auf der nicht verschiebbaren Zahnstange ab und nimmt den mit den Lagern der Getriebwelle fest verbundenen Hackapparat mit. Dieselbe kann sowohl zum Behacken der Rüben als auch des Getreides, Fig. 119, verwendet werden. Für die erste Hacke wird dieselbe mit breiten, doppelschneidigen, stählernen Messern, welche an besonderen, den Saatscharhebeln bei der Garrett'schen Drillsäemaschine ähnlichen Hebeln befestigt werden und mit dazwischen angebrachten Schutzwalzen ausgerüstet. Durch diese Schutzvorrichtung ist es möglich, die Rüben gleich nach dem Aufgehen zu behacken, ohne die jungen Pflanzen zu beschädigen.

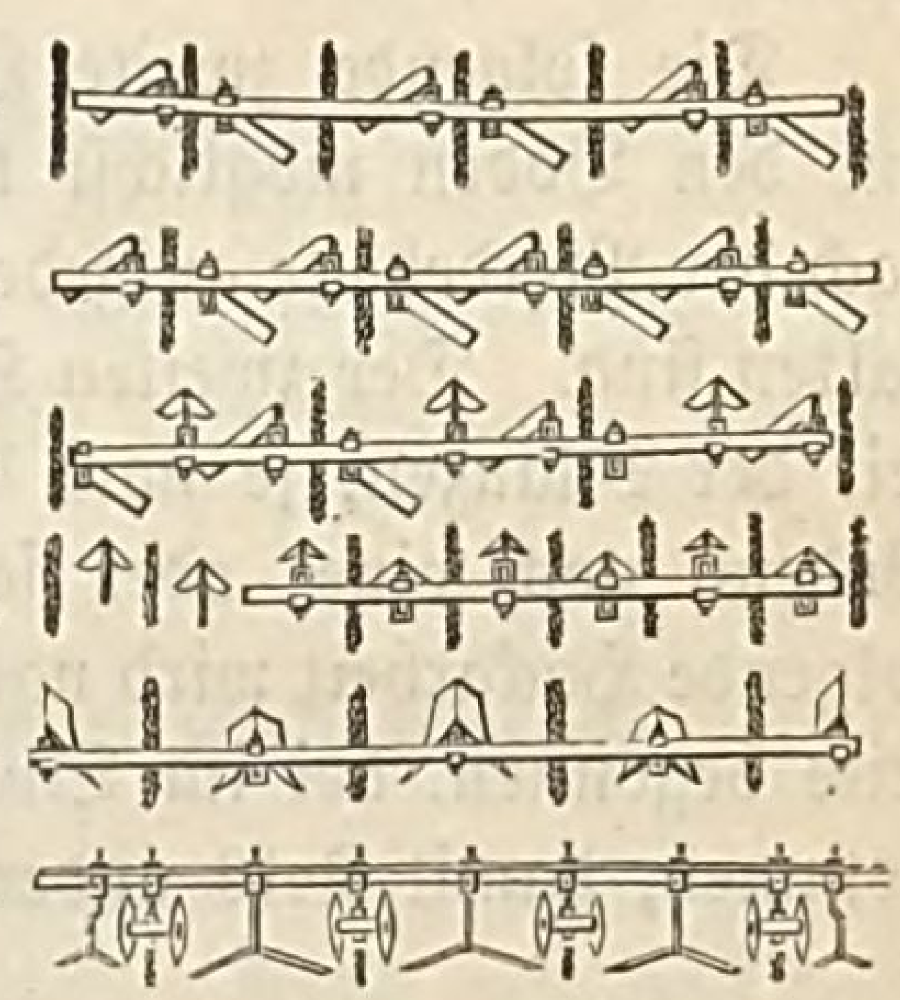


Fig. 120. Anordnung der Hack- und Häufelinstrumente bei der Sack'schen Pferdehacke. — (Preis bei Clayton & Shuttleworth — Wien 230 *M*, 115 fl.) 1. Halbseitige Hackmesser A für 29,2 cm Reihenentfernung; 2. Hackmesser A für 43,7 cm; 3. kleine Doppelhackmesser B und halbseitige Hackmesser A für 58,3 cm; 4. Doppelhackmesser B für 21,9 cm; 5. 3 Anhäufler C und 2 halbe Anhäufler D für 43,7 cm; 6. 4 Schutzrollen E, 3 große Doppelhackmesser F und 2 kleine Doppelhackmesser G für 43,7 cm.

Eine besondere Aufmerksamkeit verlangt die Stellung der Hackschare, Fig. 120, da die Pflanzen, wenn sie nicht genau in der Reihe stehen, gegenüber der Handhacke mit der Pferdehacke viel leichter beschädigt oder mit Erde überdeckt werden können. Zur Vermeidung von Beschädigungen der Pflanzen muß die Hacke so gestellt werden, daß ihre wirksamen Teile, die Hackschare, von den Pflanzen etwas entfernt stehen, in Folge dessen wird jedoch der Boden unmittelbar an den Pflanzen nicht bearbeitet. Ebenso

werden beim Behacken von engstehenden Reihensaaten auch die Zwischenräume in der Reihe nicht gelockert. Wertvollere Pflanzen, wie Zuckerrüben, Handelsgewächse und Pflanzen, deren nutzbare Blätter, wie beim Tabak, leicht durch die Pferdehacke beschädigt werden könnten, behackt man deshalb bei sorgfältiger Kultur stets mit der Hand. Bei den weniger wertvollen Kartoffeln, Futterrüben, Mais, oder bei Arbeitermangel wird die Pferdehacke trotz ihrer unvollkommenen Leistung, welche durch die Billigkeit und Schnelligkeit der Arbeit mehr als aufgewogen wird, der Handhaue vorgezogen.

Im allgemeinen beginne man mit der Hackarbeit so zeitig als möglich, sobald die Pflanzenreihen sichtbar werden, damit die Pflanzen durch Zerbrechen einer etwaigen Kruste im Aufgehen unterstützt werden und ein Überwuchern mit Unkraut nicht eintreten kann. Da es sich bei der ersten Hackarbeit nur um Zerstörung der Kruste und Vertilgung des Unkrautes handelt, so genügt es, dieselbe 3—5 cm tief und zwar am zweckmäßigsten mit der Handhaue auszuführen, welche den Boden nicht so kräftig lockert. Kräftiger bewurzelte Pflanzen, welche nicht leicht aus ihrer Lage zu bringen sind, können jedoch gleich anfänglich auf 8—10 cm behackt werden. Bei Pflanzen, deren Samen langsamer keimen, pflegt man einige Körner einer schneller keimenden Pflanzenart in die Reihen auszusäen, um dieselben für die erste Hacke schon sichtbar zu machen, wenn die eigentlichen Pflanzen noch nicht hervorgekommen sind. Bei feuchtem, regnerischem Wetter darf nicht gehackt werden, da sich sonst Schollen bilden, die dann späterhin schwer zu verkleinern wären. Nach Regenwetter wird leicht austrocknender Boden früher zu lockern sein, um die Feuchtigkeit zu erhalten; umgekehrt nasser Boden später zu lockern sein, damit er früher abtrockne.

Die folgende zweite Hacke giebt man gewöhnlich tiefer mit der Pferdehacke, um den Boden möglichst kräftig zu lockern. Mit Erde zugedeckte Pflanzen sollen nach der Pferdehacke aufgedeckt werden, damit sie in ihrer Entwickelung nicht aufgehalten sind. Der zweiten Hacke folgen je nach der Beschaffenheit und Ertragsfähigkeit der Pflanzen, je nach der Witterung, der Verunkrautung und dem Zustand des Bodens noch eine, oder selbst noch zwei, drei weitere Hacken. Die aufeinander folgende Hackarbeit wird nach Möglichkeit jedesmal an einer entgegengesetzten Feldseite begonnen, bei im Quadratverband stehenden Pflanzen kreuz und quer vorgenommen, damit stets andere Bodenpartien gelockert werden.

2. Das Anhäufeln der Pflanzen.

Den Schluß der Bodenlockerung während der Vegetation der Pflanzen bildet das Anhäufeln, welches entweder mit der Handhaue, dem Häufelpflug oder dem Kammformer ausgeführt wird. Je nach der Reihenentfernung und der Höhe des an die Pflanzen gelegten Erdkammes können mit einem 1spännigen Häufelpflug 1—1,25 ha pro Tag bearbeitet werden, während mit der Hand pro ha 14 bis 24 Arbeiter erforderlich sind. Bei einer etwaigen Wiederholung läßt man den Häufelpflug tiefer gehen, um eine neue Bodenschichte zu bearbeiten und den Erdkamm zu erhöhen.

Durch das Anhäufeln soll der Boden kräftig gelockert, durchlüftet und in die Nähe der Pflanze gebracht werden, wodurch diese nicht nur standfähiger, sondern auch durch die Begünstigung der Verwitterung mit aufgeschlossener Bodennahrung

versorgt wird. Das Häufeln wird besonders bei Pflanzen vorteilhaft sein, welche wie der Mais, Seitenwurzeln, deren Bildung bei Lichtabschluß begünstigt wird (S. 60) oder wie die Kartoffeln unterirdische Seitenäste (Stolonen) austreiben. Bei der Kultur der Zuckerrüben wird das Behäufeln ausgeführt, um die aus dem Boden herauswachsenden Wurzeln mit Erde zu bedecken, wodurch ihr Zuckergehalt vermehrt wird.

In den Kämmen sind die Temperaturschwankungen größer als bei ebenem Land; über Tag erwärmen sich die Kämme stärker, über Nacht kühlen sie sich stärker ab als der ebene Boden; im Durchschnitt besitzen die Kämme während der Vegetationszeit eine höhere Temperatur als das ebene Land, was nur günstig auf die Wurzelthätigkeit einwirken kann.

Nach E. Wollny (Allg. Hopfen-Ztg. Nürnberg 1879, S. 81) beträgt die Temperatur in 10 cm Tiefe in ° C.:

	Kämme			Ebene			Durchschnitts-Temp.		
1878	Morgens	Abends	Differenz	Morgens	Abends	Differenz	1878	Kämme	Ebene
15. Juli	13,8	19,4	5,6	14,8	18,4	3,6	16—20. Juli	22,7	21,6
16. „	11,7	23,4	11,7	12,9	22,1	9,2	21—25. „	24,4	23,4
17. „	12,1	28,4	16,3	13,6	26,2	12,6			

Durch das Anhäufeln wird der Wassergehalt des Bodens in derselben Weise wie schon bei der Kammkultur S. 122 hervorgehoben wurde, wesentlich verringert.

Nach E. Wollny war der Wassergehalt des Bodens in Prozenten:

	in den Kämmen	in der Ebene	Differenz.
17. August 1875	15,38	19,25	3,87
16. Juli 1876	15,63	19,70	4,07
29. Juni 1878	15,32	17,66	2,34

Das Anhäufeln ist daher nur auf bindigen, das Wasser gut anhaltenden Böden für die Vegetation von Vorteil, während es auf allen leicht austrocknenden Böden und in einem trockenen Klima, oder wenn es zu spät ausgeführt wird, unzweckmäßig ist, weil dadurch der in trockener Jahreszeit um so notwendigere Wasservorrat allzusehr verringert wird.

3. Der Schutz gegen schädliche Pflanzen und Tiere.

Der Schaden, welcher durch Überhandnehmen von Unkrautpflanzen in den Kultursaaten angerichtet wird, ist oft ein schwerwiegender. Nicht nur daß dort, wo eine Unkrautpflanze steht, eine Kulturpflanze sich entwickeln könnte, entziehen dieselben den Nutzpflanzen das Licht, die Feuchtigkeit und die Nahrung[1]) und schädigen dadurch den Ertrag. Viele Unkräuter ranken und winden sich an den Kulturpflanzen hinauf, ziehen sie zu Boden und befördern dadurch die Bildung der Lagerfrucht. Manche Unkrautsamen besitzen eine Gestalt, welche die Sonderung von den Samen der Kulturpflanzen durch Siebwerke sehr schwer möglich macht. Derart verunreinigte Frucht wird nur mit einem unverhältnismäßigen Preisabschlag zu verkaufen sein. Viele Unkräuter dienen schädlichen Tieren als Brutstätten und Pilzen als Nährpflanzen, von welchen aus sie die Kulturpflanzen

---

[1]) Siehe die Aschenanalysen von Unkrautpflanzen in Dr. E. Wolff, Aschenanalysen von landw. Produkten, Fabrik-Abfällen und wildwachsenden Pflanzen. Berlin 1871.

heimsuchen. Ähnlich wie die Unkrautpflanzen, verhalten sich die Kulturpflanzen selbst, wenn sie im Übermaß im Felde stehen oder zwischen Kulturpflanzen anderer Art vorkommen.

Die Kornblume (Centaurēa cyānus L.) ⊙ unterstützt die Verbreitung der Roggenälchen, welche die Stockkrankheit des Roggens verursachen; der Ackersenf (Sināpis arvēnsis L.) ⊙, die Kornrade (Agrostēmma Githāgo L.) ⊙, der Hederich (Raphānus Raphanīstrum L.) ⊙, der Reiherschnabel (Erodĭum cicutarĭum L'Hert.) ⊙, die Ackermelde (Atrĭplex hortēnse L.) ⊙ und viele andere Unkräuter die Verbreitung der Rübennematode (Heterodera Schachtĭi Schm.). Auf dem Frühlings-Kreuzkraut, auch Wucherblume genannt (Senecĭo vernālis W. et K.) ⊙ kommt häufig ein Rostpilz (Coleosporĭum Senecĭonis) vor; zwischen diesem Rostpilz und dem Kiefernblasenrost (Aecidĭum pini) besteht ein ähnlicher Generationswechsel, wie zwischen dem Rost der Berberitze und des Getreides (S. 239). Der Mutterkornpilz findet sich auf zahlreichen Gräsern und gefährdet von hier aus den Roggen. Die Quecke trägt zur Verbreitung des Getreiderostes und Brandes bei 2c.

Noch größeren Schaden als die Unkrautpflanzen verursachen unter Umständen Pilzkrankheiten und eine Mehrzahl schädlicher Tiere, gegen deren verheerende Wirkung oftmals vergeblich angekämpft wird.

1. Das Vertilgen der Unkräuter.

Die Vorbeugungsmaßregeln zur Verhütung des Unkrautes sind in der Regel wirksamer als das Vertilgen der schon im Felde angesiedelten Unkrautpflanzen. Die ausgiebigsten Maßregeln zur Vertilgung des Unkrautes sind die sachgemäße Bodenbearbeitung und die Brachehaltung, außerdem werden die Fruchtfolge, die Reinigung der Saatfrucht und die Aufbringung von Unkrautsamen freiem Dünger zur Verhütung einer Verunkrautung wesentlich beitragen. Abgesehen von diesen wichtigen Kulturmaßregeln, welche vor der Saat auszuführen sind, kann auch während der Vegetation der Pflanzen durch Übereggen der Saaten, durch Hackkultur und Jäten das Unkraut beseitigt werden. Der Erfolg aller dieser Arbeiten wird jedoch erst dann ein gesicherter sein, wenn dieselben gleichzeitig auf großen Landstrecken zur Ausführung gelangen, da die Verbreitung der Unkräuter von außen her durch den Wind, das Wasser, die Vögel 2c. nur zu leicht stattfindet.

Nur bei großer Ausdauer zu vertilgen und daher am verderblichsten sind die Wurzelunkräuter, wie Ackerdisteln (Cirsĭum arvēnse Scop.) ♃, Frühlings-Kreuzkraut (Senecĭo vernālis M. et K) ⊙ und die Rhizomunkräuter, wie Quecken (Agropyrum repens L.) ♃, Schachtelhalm (Equisētum arvēnse L.) ♃, Hahnenfuß (Ranuncŭlus repens L.) ⊙, Huflattig (Tussilāgo farfāra L.) ♃ 2c., welche sich nicht nur durch Samen, sondern auch durch Wurzeltriebe und unterirdische Stammteile (Rhizome) vermehren. Am ehesten werden dieselben durch oftmaliges Ausstechen der Wurzeln, durch Sammeln der ausgepflügten Wurzelstöcke und nachmaliges Verbrennen vernichtet.

Bei den einjährigen, bloß durch Samen sich fortpflanzenden Samenunkräutern reicht meist ein einmaliges Vertilgen aus, sofern es zur rechten Zeit vorgenommen wird. Es kommt dabei hauptsächlich darauf an, sie niemals zur Blüte und noch viel weniger zum Samentragen gelangen zu lassen, je leichter die Samen vom Wind fortgetragen —, z. B. Wucherblume (Senecĭo vernālis M. et K.) ⊙, kanadisches Berufkraut (Erigĕron canadēnsis L.) ⊙, Franzosenkraut (Galinsōga par-

viflōra W.) ⊙ 2c., — und je mehr Samen von einer Unkrautpflanze ausgestreut werden können.

F. Schertler (Österr. landw. Wochenbl. Wien 1878, S. 280) hat gezählt und berechnet, daß je eine der folgenden Unkrautpflanzen durchschnittlich Samen tragen: Rauher Amaranth (Amarāntus retroflēxus L.) ⊙ 18400, im Max. 75835, Keimfähigkeit nach 30 Tagen 50,5%, Schöllkraut (Chelidonīum majus L.) ♃ 16897, 88%, Hirtentäschelkraut (Capsēlla bursa pastōris Mnch.) ⊙ 13795, 31%, große Klette (Lappa major Gärtn.) ⊙ 12388, 1%, Ackersenf (Sināpis arvēnsis L.) ⊙ 2003, 72,5%, Stechapfel (Datūra Stramonīum L.) ⊙ 9766, Roggentrespe (Brōmus secalīnus L.) ⊙ 730, 95%, schmalblättriger Wegerich (Plantāgo lanceolāta L.) ♃ 466, 74,5%, großer Klappertopf (Rhinānthus major Ehr.) ⊙ 449, behaartfrüchtige Wicke (Vicĭa hirsūta Koch.) ⊙ 236, 7%, Kornrade (Agrostēmma Githāgo L.) ⊙ 223, 99% 2c.

Hochwachsendes Unkraut pflegt man vor dem Blühen abzumähen und dadurch unschädlich zu machen. Selbstverständlich darf die Sense nicht so tief greifen, daß die Kulturpflanze mitgenommen wird. Schießt das Unkraut neuerdings in die Höhe, so ist das Abköpfen zu wiederholen. Nimmt das Unkraut stellenweise sehr überhand, so kann es selbst geraten sein, dasselbe, um es sicher auszurotten, mitsamt den Kulturpflanzen abzumähen. Bei vereinzeltem Auftreten oder bei wertvollen Kulturpflanzen erübrigt noch das Ausziehen, Jäten des Unkrautes mit der Hand, oder bei Hederich mit der Hederichjätemaschine von A. Jngermann in Koldmoos (Arbeitsbreite 0,9 m, Gewicht 160 kg, Tagesleistung 2,5 ha, Preis 360 *M.*). Die ausgezogenen Unkrautpflanzen werden entweder auf den Komposthaufen gegeben oder, da manche Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit selbst im Dünger bewahren, verbrannt und erst die Asche als Dünger verwendet.

Zu den verderblichsten, schmarotzenden Unkrautpflanzen zählen die über Winter ausdauernde Flachs- (Cuscūta Epilīnum Weihe) und die Quendel- oder Kleeseide (Cuscūta Epithȳmum Murr., var. Trifolĭi Bab.) ⊙, welche zumeist auf Lein, Hanf oder auf Rotklee, Luzerne, verschiedenen Gras- und Unkrautpflanzen vorkommen. Zur Vernichtung derselben wird das Bedecken der fleckenweise ergriffenen Kleestöcke mit Spreu, Asche, das Übergießen mit Jauche empfohlen. Am sichersten ist diesem Feinde durch Umspaten oder Abbrennen der ergriffenen Stellen beizukommen. Jm letzteren Fall werden die befallenen Flächen und deren nächste Umgebung, welche schon 0,5—1 m ringsherum von einzelnen Kleeseidefäden erreicht sein kann, abgeschnitten, mit Häcksel etwa 20—30 cm hoch bedeckt, mit Petroleum angefeuchtet und angezündet. Den Verheerungen durch diesen Schmarotzer kann auch durch Ausputzen der Samen der Kleeseide aus dem Rotkleesamen vor dessen Verwendung zur Saat vorgebeugt werden. Zu diesem Zweck verwendet man die Kleeseide-Sortiermaschine von Schöll — Plieningen bei Stuttgart (Preis 150 *M.*), oder von Bernhard Pretzsch — Jena (Leistung 30—50 kg pro Stunde, Preis 70 *M.*, Abbildung s. Bd. II. Die Pflanzenbaulehre. 3. Aufl. Berlin 1881, S. 200), deren Siebflächen pro qcm ungefähr 50 quadratische Maschen besitzen, welche den Rotkleesamen zurückhalten, während der Kleeseidesame durchfällt. Bei den Kleegrassaaten wird jedoch diese Reinigung des Samens nicht immer den gewünschten Erfolg haben, da der Kleeseidesame auch mit der Grassaat auf das Feld gebracht werden kann.

Litteratur: F. Nobbe, Handbuch der Samenkunde, Berlin 1876; A. Thaer, Die landwirtschaftlichen Unkräuter. Farbige Abbildungen. Berlin 1881.

Die bei den einzelnen Kulturpflanzen auftretenden Unkräuter sind in Band II. Die Pflanzenbaulehre. 3. Aufl. Berlin 1881, angegeben und deren Samen abgebildet.

2. Das Vereinzeln der Kulturpflanzen.

Gleichwie Unkrautpflanzen können auch Kulturpflanzen dem Ernteertrag Nachteil bringen, wenn die überflüssigen Pflanzen nicht rechtzeitig entfernt werden. Um eine volle Saat zu erzielen, müssen oft mehr Samen ausgestreut werden, als später Pflanzen im Felde stehen sollen, wie dies der Fall ist bei der Rübe, dem Mais, der Dibbelsaat, der Reihensaat, welche später platzweise zu stellen ist. Dies Übermaß von Pflanzen wird durch Vereinzeln oder Verdünnen des Pflanzenstandes aus dem Felde geschafft. Die geeignetste Zeit zur Vornahme dieser Arbeit ist bald nach der ersten Hacke, wenn die Pflanzen noch nicht allzu sehr erstarkt sind. Am unvollkommensten wird das Vereinzeln mit der Pferdehacke ausgeführt, welche quer durch die Pflanzenreihe gezogen wird. Die Hackschare sind dabei in entsprechenden Abständen anzuordnen. Am sichersten wird mit der Hand vereinzelt, indem man mit oder ohne Zuhilfenahme der Haue die überflüssigen Pflanzen auszieht und nur in den erforderlichen Abständen, womöglich die stärksten Pflanzen stehen läßt. Die ausgezogenen Pflanzen können, sofern sie nicht gesammelt und verfüttert werden, zwischen die Reihen gelegt werden, damit das Unkraut nicht so leicht aufkommen kann. Zum Vereinzeln sind je nach dem Wachsraum der Pflanzen 20—25 Personen pro ha erforderlich.

3. Der Schutz gegen Pflanzenkrankheiten.

Noch verheerender als Unkrautpflanzen treten die mannigfaltigsten, zumeist durch Pilzvegetationen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten auf. Dieselben sind um so verderblicher, als es selten gelingt, gegen dieselben erfolgreich anzukämpfen. Zur Zeit kann von den Pflanzenkrankheiten, welche durch Pilze veranlaßt werden, mit sicherem Erfolg nur den Verheerungen des Steinbrandpilzes (Tilletĭa Carĭes Tul. und Tilletĭa laevis Kühn) bei dem Weizen und des Staub- oder Flugbrandes (Ustilāgo Carbo Tul.) bei Gerste und Hafer durch eine Beize vorgebeugt werden, welche die Keimfähigkeit der Pilzsporen vernichtet. Steinbrandigen Weizen erkennt man an einer schmutziggrünen Färbung der Ähre. Zerdrückt man ein ergriffenes Korn, so findet man an Stelle des Keimes und des Sameneiweißes eine Anfangs schmierige, später staubartige, schwarze, übelriechende Masse, die Früchte (Sporen) des Pilzes. Vorgebeugt wird dieser Krankheit durch Beizen des Weizens mit Kupfervitriol oder einer 0,5 % Lösung von Kaliumxanthogenat und Schwefelsäure rc. Die Sporen des Staubbrandes sprengen die Fruchthaut und treten als leicht verwehbarer, schwarzer Staub hervor. Gegen denselben hilft eine Beize mit verdünnter Schwefelsäure. Kupfervitriollösung ist gleich wirksam, schädigt aber die Keimfähigkeit von Hafer und Gerste.

Nach Dr. J. Kühn wird der Kupfervitriol — je 1 kg für 5,5 hl Getreide — fein zerstoßen, im heißen Wasser aufgelöst und zu kaltem Wasser — für je 1 kg Kupfervitriol 200 l Wasser — in einen Bottich gegossen, so daß dann der hineingeschüttete Samen noch eine Querhand hoch mit dem Kupferwasser bedeckt ist. Der eingeschüttete Weizen wird wiederholt umgerührt und alles an der Oberfläche Schwimmende abgeschöpft. Der eingequellte Weizen bleibt 12—16 Stunden stehen, wird dann ausgeworfen, flach ausge-

breitet und fleißig gewendet. Nach wenigen Stunden kann derselbe mit der Hand, nach 24 Stunden mit der Maschine gesäet werden.

Zur Herstellung der Beize gegen Staubbrand werden nach Dr. J. Kühn (Thüringische landw. Ztg. 1882 Nr. 13, S. 102) 1,5 kg englische Schwefelsäure mit 100 l Wasser verdünnt. 10 hl Saatgut erfordern 360 l Lösung, in welchen dasselbe 12 Stunden lang eingeweicht werden muß.

Nach den neuesten Untersuchungen von O. Brefeld (Botanische Unters. V. Hft. Die Brandpilze. I. Leipzig 1883) vermögen die Sporen vieler Brandpilze Hefesprossungen (Conidienkolonien) in unbegrenzter Zahl von Generationen zu produzieren und umgekehrt wird die Hefe, welche namentlich im Stallmist einen außerordentlich günstigen Nährboden findet, die Ursache von Brandinfektionen. Außer dem Beizen vermeide man daher die Verwendung von frischem Dünger zur Getreidesaat und von brandstaubhaltigem Stroh zur Einstreu. Staubbrandhaltiges Heu und Stroh sind stets nur geschnitten und gedämpft zu verfüttern.

Gegen die Rostkrankheit der Getreidepflanzen gibt es nur ein teilweises Vorbeugungsmittel. Diese Krankheit äußert sich in dem Erscheinen rostroter, rundlicher oder rostgelber, länglicher Flecken auf den Blättern und Halmen der Getreidepflanzen, welche von den Früchten der drei Arten des Getreiderostpilzes (Puccinĭa gramĭnis Pers., Pucc. stramĭnis de By. und Pucc. coronāta Corda) gebildet werden. Tritt die Rostkrankheit so heftig auf, daß die Pflanzen wie mit Rost überzogen erscheinen, so leidet nicht nur das Stroh, welches für die Fütterung untauglich wird, sondern auch die Körnerbildung der Pflanzen. Die Teleutosporen (Wintersporen) von Pucc. gramĭnis bilden auf den Blättern des Berberitzenstrauchs (Berbēris vulgāris L.) zwei Fruchtformen, die Spermagonien und Äcidien (Becherrost). Die Äcidiensporen keimen auf dem Grasblatt und bilden dort ein Mycelium (Lager) des Rostes, welches in seiner weiteren Entwickelung zur Fortpflanzung des Pilzes während des Sommers Stylosporen (Sommersporen) und zur Fortpflanzung über den Winter die erwähnten Teleutosporen ausbildet. Die Verbreitung des Rostes durch die Äcidiensporen wird wenigstens hintangehalten, wenn alle in der Nähe der Getreidefelder vorkommenden Berberitzensträucher ausgerottet werden. Einen ähnlichen Generationswechsel machen die beiden anderen Rostpilzarten auf der Ochsenzunge (Anchūsa officinālis L.) und resp. auf den Blättern des Faulbaumes und Kreuzdornes (Rhamnus frangŭla; R. cathartĭca L.); der Erbsenrost (Uromyces pisi) auf einigen Wolfsmilcharten durch.

Gegen andere Pilzkrankheiten, wie gegen die Kartoffelkrankheit, welche durch den Kartoffelpilz (Phytophtŏra infēstans De By.) hervorgebracht wird, das Mutterkorn, besonders bei dem Roggen (Clavĭceps purpurĕa Tul.) &c., ist es bisher nicht gelungen, erfolgreich zu Felde zu ziehen. Der Landwirt muß sich hier darauf beschränken, durch sorgfältige Auswahl von gesundem Saatgut, durch aufmerksame, sachgemäße Pflege während des Wachstums der Pflanzen eine möglichst normale Entwickelung der Kulturgewächse zu befördern, um dieselben widerstandsfähiger gegen die Angriffe der Pilze zu machen. Erwähnung verdient, daß der Kartoffelpilz im Zusammenhang steht mit einem Pilz, Pythĭum Equisēti Sadeb., welcher den Ackerschachtelhalm oder Duwock (Equisētum arvēnse L.) zerstört.

Ein erfolgreiches Bekämpfen der Pflanzenkrankheiten ist nur dann möglich, wenn man sich mit der Natur derselben vertraut gemacht hat. Zum Studium in dieser Richtung

empfehlen wir besonders: Dr. A. B. Frank, Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1881; Dr. P. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1874 und Dr. J. Kühn, Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung. 2. Auflage. Berlin 1858. Außerdem verweisen wir auf Band II. Die Pflanzenbaulehre, 3. Auflage. Berlin 1881, in welchem bei jeder Pflanze die am häufigsten vorkommenden Pilze aufgezählt und durch Abbildungen erläutert werden.

4. Die Abwehr schädlicher Tiere.

Zu den vielen schädlichen Einflüssen, welchen unsere Kulturpflanzen während ihrer Vegetation ausgesetzt sind, kommen schließlich noch die Angriffe von Seite der verschiedenartigsten Tiere. Die Vorbeugungs- und Vertilgungsmittel zur Beseitigung dieser schädlichen Tiere richten sich nach der verschiedenen Natur der Pflanze und ihres Feindes, sie können daher erst bei der besonderen Kultur jeder Pflanze angeführt werden. Im allgemeinen sei erwähnt, daß das sicherste Mittel zur Vorbeugung des Insektenschadens der Schutz aller jener Tiere ist, welche mit ihrer Nahrung auf die Insekten angewiesen sind. Den hervorragendsten Platz in dieser Beziehung nehmen die Vögel ein, von deren Wirksamkeit im Vertilgen schädlicher Insekten Tschudi sagt: „die Vögel verrichten eine Arbeit, welche Millionen Menschenhände nicht halb so gut und vollständig ausführen würden." Man sorge daher nicht nur für einen ausreichenden Schutz der nützlichen Vögel, sondern auch für die genügende Anzahl von Nist- oder Brutkästen an geeigneten Bäumen. Eines gleichen Schutzes wert sind: die Fledermäuse, der Maulwurf, die Spitzmäuse, der Igel, das Wiesel, alle Amphibien, besonders Nattern, Eidechsen, Frösche und Kröten. Als weitere Vorbeugungsmittel sind anzusehen: die Wahl der Saatzeit, der Bestellungsart und der Fruchtfolge mit Rücksicht auf die Lebensweise des zu fürchtenden Pflanzenfeindes und das Reinhalten des Bodens von Unkraut, welches jenem zur Brutstätte dienen könnte. Mit viel weniger Erfolg als durch Schonung und Hebung der nützlichen Tiere kann der Landwirt durch unmittelbares Vertilgen der Pflanzenfeinde und ihrer Brut gegen dieselben ankämpfen. Das Einsammeln und Töten der Tiere und ihrer Brut wird nur dann ein günstiges Ergebnis liefern, wenn dasselbe gleich beim ersten Auftreten möglichst allgemein und unverdrossen zur Ausführung gelangt. In manchen Fällen hilft die Natur zur Beseitigung schädlicher Insekten durch Epidemien, welche von Pilzen hervorgerufen werden.

Aus der umfangreichen Litteratur über die schädlichen Tiere empfehlen wir: Dr. H. Nördlinger, Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. 2. Aufl. Stuttgart 1869; Dr. C. G. Giebel, Landwirtschaftliche Zoologie. Glogau 1869; Dr. Schmidt—Göbel, Die schädlichen und nützlichen Insekten in Forst, Feld und Garten. Wien 1881; Dr. E. L. Taschenberg, Praktische Insektenkunde. 5 Bde. Bremen 1880; Dr. G. v. Hayeck, Wirtschaftsfeinde aus dem Tierreich. Berlin 1879 ꝛc. — In Bd. II. Die Pflanzenbaulehre. 3. Aufl. Berlin 1881, sind die am häufigsten vorkommenden schädlichen Tiere bei jeder Kulturpflanze angeführt und abgebildet.

IX.

Die Ernte.

Ehe die Ernte beginnt, ist der Beschaffung der Arbeitskräfte besondere Fürsorge zu widmen. Bei größerem Bedarf von Erntearbeitern wird es zweckmäßig sein, schon im Frühjahre von auswärts fremde Schnitter und Schnittarbeiter in der

erforderlichen Anzahl für die Ernte heranzuziehen und vertragsmäßig zu verpflichten. Ebenso wird mit dem Herannahen der Erntezeit das Zugvieh in Stand zu setzen und das vorhandene durch Futterzulagen für die vermehrte Arbeit zu kräftigen sein. Erntewagen, Erntemaschinen und sonstige Erntegeräte, wie Sensen, Sicheln, Rechen, Erntetücher rc. werden herzurichten, Fehlendes zu ergänzen sein. Scheunen nnd sonstige Vorratsräume, wie Feimenplätze, Mieten rc. sind auszuputzen und in Ordnung zu bringen. Den Winter vorher wird sich häufig genug Zeit finden lassen, um den nötigen Bedarf von Strohbändern in Vorrat zu erhalten. Je umsichtiger und umfassender alle derartigen Vorbereitungen getroffen werden, um so leichter wird das Erntegeschäft abzuwickeln sein. Es empfiehlt sich daher eher ein Zuviel als ein Zuwenig, da eine Versäumnis häufig mit der empfindlichsten Störung der Erntearbeiten und in Folge dessen oft mit der erheblichsten Schädigung des Ernteerfolges verbunden ist.

Der Erntezeitpunkt und das Ernteverfahren richten sich sowohl nach den getroffenen Vorbereitungen, den verwendeten Erntemaschinen, als auch in hervorragendster Weise nach dem Reifezustand der Frucht, der Beschaffenheit der Witterung und der Anzahl der zur Verfügung stehenden Arbeiter.

Im allgemeinen ist mit Bezug auf den Reifezustand der geeignetste Erntezeitpunkt dann eingetreten, wenn die abzuerntende Pflanze oder die zu gewinnenden Pflanzenteile die für ihre weitere Verwendung entsprechendste Ausbildung erlangt haben.

Diese Ausbildung wird zu ungleichen Zeiten eintreten, je nachdem, 1. die ganze noch grüne Pflanze, oder 2. die Frucht und das Stroh, oder 3. die Knollen und Wurzeln, oder schließlich nur 4. einzelne Teile der Pflanze, wie die Samen, die Blüten, die Stengel, die Blätter rc. zu gewinnen sind. Ein wesentliches Hilfsmittel für die Ernte, sowie für die mannigfaltigen Güterbewegungen im landwirtschaftlichen Betrieb überhaupt bilden schließlich 5. die Transportgeräte.

1. Die Ernte grüner Pflanzen.

Im grünen Zustand werden sowohl die Wiesenpflanzen als auch die auf dem Ackerland gebauten Futterpflanzen geerntet. Dieselben werden entweder gleich im frischen Zustand als Grünfutter verwendet, oder vor ihrer Verfütterung zu Heu getrocknet. Durch die Heuwerbung will man nicht nur Vorsorge für die Winternährung der Tiere treffen, sondern auch ein Futter erzielen, welches als Zusatz zu wässerigen Futtermitteln, wie Kartoffeln, Rüben, Schlempe u. dgl. eine höhere Verwertung der letzteren ermöglicht.

Für die Verfütterung der Pflanzen im grünen oder getrockneten Zustand kann es nicht gleichgiltig sein, in welchem Entwickelungsstadium der Pflanze das Abmähen vorgenommen wird, indem davon nicht nur die Menge der in den Futtermitteln enthaltenen Nährstoffe, sondern auch die Verdaulichkeit derselben abhängig ist. Im jugendlichen Zustand sind alle Wiesen und Futterpflanzen relativ reich an Nährstoffen und zwar besonders an den für die Tierernährung so wichtigen stickstoffhaltigen Bestandteilen und an Phosphorsäure. In jungen Pflanzen ist die Zellsubstanz überdies noch zart und leicht verdaulich. Je weiter die Pflanzen in ihrer Entwickelung vorschreiten, desto mehr verlieren sie an Futterwert, da sie nicht nur relativ ärmer an stickstoffhaltigen Nährstoffen werden, sondern späterhin

auch bereits eine Umbildung des Zellstoffes in schwerer verdaulichen Holzstoff eintritt.

Die Analysen von Rotklee, der (I) am 9. Juli in der Knospung, (II) am 17. Juli in der angehenden und (III) am 24. Juli in voller Blüte stand, ergaben nach E. Heiden und F. Voigt (Amtsbl. f. d. landw. Vereine im Königr. Sachsen. 1873, S. 7) folgende Resultate:

		Frischer Klee			Kleetrockensubstanz			pro ha wurden geerntet kg		
		I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Wasser . .	%	83,35	77,27	70,51	—	—	—	13 330,49	13 284,69	9 422,67
Proteinkörper	„	3,88	4,55	5,08	23,30	20,04	17,28	620,59	788,61	680,21
Fett . . .	„	1,19	1,19	1,62	7,16	5,26	5,49	189,70	205,96	216,80
Kohlehydrate	„	6,58	9,20	12,59	39,58	40,53	42,72	1 051,48	1 593,48	1 682,91
Rohfaser . .	„	3,42	5,83	7,97	20,60	25,68	27,02	547,42	1 010,83	1 062,32
Asche . . .	„	1,56	1,93	2,21	9,36	8,49	7,49	249,32	333,33	295,39
Sand . . .	„	0,02	0,03	0,02	—	—	—	—	—	—
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	15 989,00	17 216,90	13 360,30

Nährstoffverhältnis (Nh : Nl) . . . 1 : 2,46, 1 : 2,67, 1 : 3,27

Futterwert der Ernte pro ha in ℳ . . . . 336,0 432,9 411,1.

Nach der Blüte hört die Zunahme der stickstoffhaltigen Stoffe auf. Bis zur Samenbildung und Samenreife tritt dann nur mehr eine Zunahme der schwer verdaulichen Holzfaser ein. Die Gewächse werden holzig und verlieren selbst durch Abfallen einen Teil der zarteren, nährstoffreichen Blätter und der ausgereiften Körner.

Der Schnitt zu Grünfutter soll daher so früh als es mit Rücksicht auf die Menge möglich vorgenommen werden; da überdies, je jünger die Pflanzen abgeschnitten werden, um so rascher und kräftiger ein Nachwuchs erfolgt. Je später geschnitten wird, um so hartstengeliger und weniger wertvoll für die Fütterung wird das Grünfutter.

Für die Heuwerbung wird es dagegen am vorteilhaftesten sein, in der angehenden Blüte, oder kurz vor Eintritt der vollen Blüte zu schneiden. Ein weiteres Hinausschieben über diesen Zeitpunkt, bis die Pflanzen überständig und hart werden, ist stets mit einem Verlust von Nahrhaftigkeit verbunden, der bei weitem nicht durch die größere, aber weniger wertvolle Masse aufgewogen wird. Diese größere Menge älterer Futterpflanzen ist oft nur scheinbar, da sich das hartstengelige ältere Heu nicht so dicht, wie jenes von biegsamen jungen Pflanzen zusammenlegt und daher massiger als dieses erscheint. In kühlen Gegenden mit feuchtem Herbst wird auf die Zeit des ersten Schnittes auch der weitere Schnitt, die Grummeternte, Einfluß haben; denn erfolgt der Heuschnitt zu spät, etwa nach der Blüte der Pflanzen, so würde der Grummetschnitt zu spät in den Herbst hinein kommen, um noch gut austrocknen zu können.

1. Die Grünfutterernte.

Die einfachste und müheloseste Gewinnung des Grünfutters besteht in dem Abweiden der Wiesen oder des Feldfutters durch Tiere. Bei Stallfütterung muß jedoch das Abbringen der grünen Futterpflanzen die Menschenhand, am gewöhnlichsten mit der Sense oder die Mähemaschine besorgen.

Das Mähen der Gras- und Futterpflanzen wird am besten in den Morgenstunden, so lange noch Tau liegt ausgeführt; es trocknet dann auch das Heu um so rascher. Die am schwierigsten abzumähenden, trockenen Wiesenpartien, die mit dichtem, zähem Gras bewachsen sind, läßt man daher frühmorgens mähen, das lockere, saftigere Gras späterhin. Die Leistungsfähigkeit des Mähers beträgt je nach der Art der Grünfutterpflanze und der Beschaffenheit des Pflanzenwuchses zwischen 0,3—0,6 ha pro Tag. Bei großen, abzumähenden Flächen bedient man sich statt der Sense der Grasmähemaschine, welche je nach ihrer Mähebreite von 1,5—2 m 3,5—4,6 ha täglich abzumähen vermag.

Grünfutter wird man auf einmal nur so viel mähen, als man gut in einem Tag zur Fütterung der Tiere verbrauchen kann. Für Sonn- und Feiertage wird man jedoch eine entsprechende Grünfuttermenge in Vorrat mähen. Um das Grünfutter frisch zu erhalten, legt man dasselbe an einem schattigen Ort auf ein luftiges Lattengerüst. Derartige Lattengerüste bewähren sich auch zur Erhaltung eines naß eingebrachten oder eines sehr jungen Grünfutters. Zur Aufbewahrung des Grünfutters benötigt man für 100 kg Klee, Mischling ꝛc. 0,75—1 cbm, für eine Fuhre zu 800 kg 6—8 cbm.

2. Die Dürrheubereitung.

Die Güte des Dürr- oder Grünheues hängt nicht allein von der richtigen Wahl des Erntezeitpunktes, sondern auch von der gelungenen Werbung und Einbringung ab. Bei derselben hat man sich gegenwärtig zu halten, daß die Bildung des Heues vorzugsweise auf die durch die Verdunstung herbeigeführte Verminderung des Vegetationswassers der grünen Pflanzen bis auf 14—15 % beruht. Je ungehinderter und schneller die Verdunstung des Wassers vor sich gehen kann, um so weniger Verluste an Nährstoffen können eintreten. Heu, welches während der Ernte mehrfach vom Regen durchnäßt und dann von der Sonne gebleicht wird, büßt nicht nur seinen aromatischen Geruch ein, sondern verliert auch einen erheblichen Teil seiner wertvollen löslichen Nährstoffe. Die Nährstoffe im beregneten Heu haben überdies eine geringere Verdaulichkeit.

In Hohenheim wurden von E. v. Wolff, W. v. Funke und O. Kellner (Landw. Versuchst. 1878, 21. Bd., S. 425) je 250 kg 40 cm hohe grüne Luzerne vom 2. Schnitt am 27. Juli auf einem luftigen Boden und auf dem Feld in gewöhnlicher Weise getrocknet. Letztere Partie wurde 2 mal beregnet und konnte erst nach 5 Tagen eingeführt werden. Es wurden gewonnen an Heu:

nicht beregnet	79,00 kg lufttrock. Substanz	69,38 kg Trockensubstanz,
beregnet	76,25 „ „ „	64,43 „ „

Die prozentische Zusammensetzung war folgende:

	Protein	Rohfaser	Nfr. Extraktst.	Asche
Sorgfältig getrocknete Luzerne	17,00	31,81	43,80	7,39
Beregnete Luzerne	14,94	33,90	44,22	6,94
Verlust von den grünen Pflanzen beim Trocknen auf dem Feld	18,32 %	1,04 %	6,25 %	12,86 %

Bei Verfütterung an 2jährige Hammel wurden in % verdaut:

	Trockens.	Org.-Sub.	Protein	Rohfaser	Extraktst.	Asche
Sorgfältig getrocknete Luzerne .	58,68	60,89	71,45	48,13	66,44	29,10
Beregnete Luzerne	54,30	56,63	66,53	45,26	61,90	22,84
Verlust an verdaulichen Stoffen	13,98 %	10,58 %	23,78 %	6,97 %	12,63 %	—

Bei der Zersetzung der Eiweißsubstanzen dürfte der in der Natur in großer Verbreitung, namentlich aber auf dem Heu vorkommende Heupilz (Bacterium subtile Ehrbg.) eine Rolle spielen. Bemerkt zu werden verdient, daß dieser sonst unschädliche Spaltpilz nach Buchner (Nägeli, Unters. über niedere Pilze. München 1882) in den infektiösen Milzbrandpilz (Bacterium Anthracis Kohn) und umgekehrt umgezüchtet werden kann.

Außer den Verlusten durch die Ungunst der Witterung können noch weitere Verluste während der Heuwerbung durch Abbröckeln der schnell dürr werdenden Blätter und feineren Stengelteile eintreten. Dieselben können bei manchen Pflanzen sehr bedeutend sein, da z. B. bei Rotklee, die Blätter, welche überdies noch viel reicher an Nährstoffen als die Stengel und Halme sind, mindestens den vierten bis halben Teil der gesamten Erntemasse ausmachen. Nach beiden Richtungen hat man sich durch die geeigneten Erntemethoden vor Schaden zu bewahren.

Bei dem einfachsten, aber wenig verläßlichen Ernteverfahren wird das gemähte Futter in Schwaden so lange liegen gelassen, bis es so trocken wird, daß es eingeführt werden kann. Dieses Verfahren kann jedoch nur in Gegenden mit sehr trockener und sicherer Witterung während der Heuwerbung ausgeführt werden und läßt sich selbst dort ein Bleichen des Heues an der Oberfläche der Schwaden kaum vermeiden.

Bei dem gewöhnlichsten und sichersten Verfahren wird das Futter frühmorgens, so lange der Tau anhält, geschnitten, und die Schwaden nach dem Abtrocknen



Fig. 122.

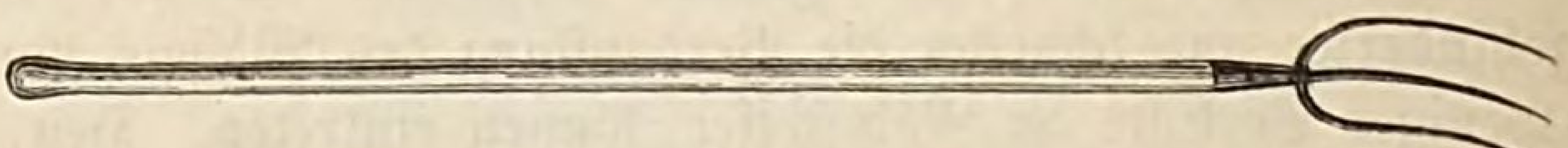


Fig. 123.

Fig. 122 und 123. Amerikanische zwei- und dreizinkige Heu- und Strohgabel von Batcheller & Sons. — Zinkenlänge 29 und 35 cm, Stiellänge 1,8 m, Gewicht 1,2 resp. 1,4 kg, Preis bei Clayton & Shuttleworth—Wien 1,40—2,50 fl.

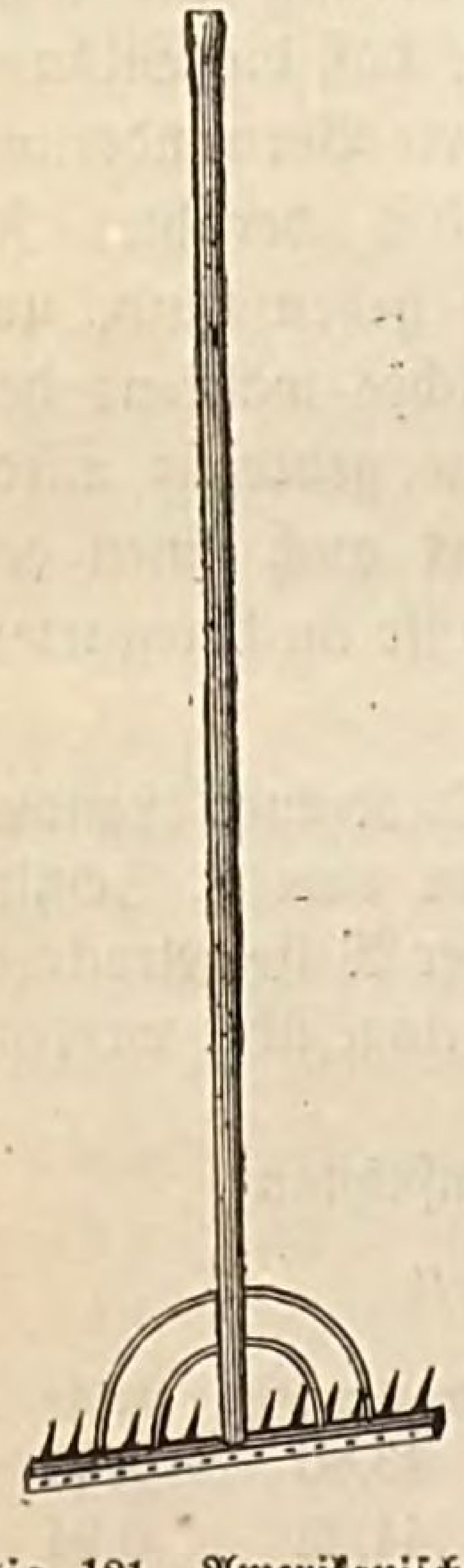


Fig. 121. Amerikanischer Ernterechen.

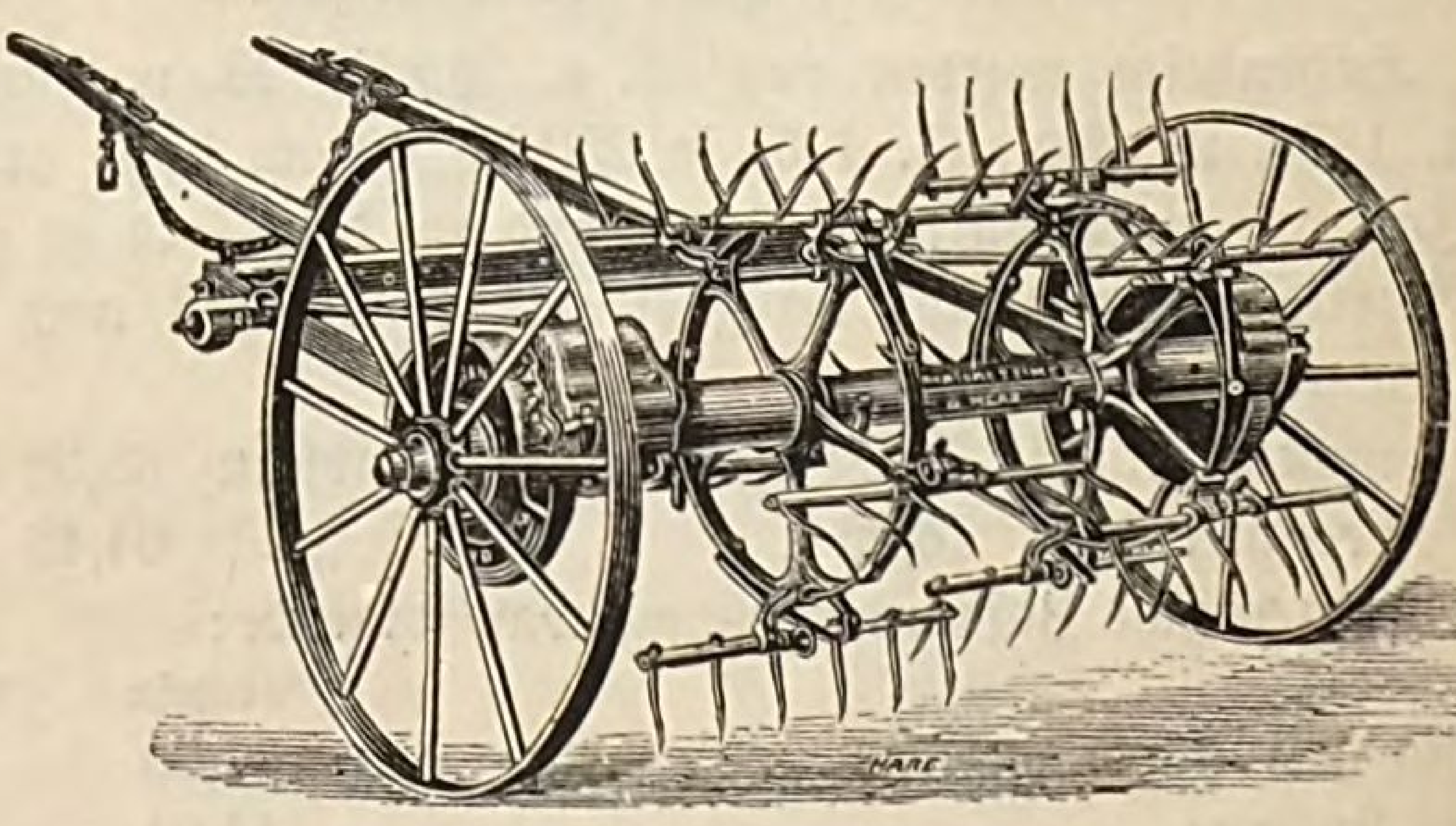


Fig. 124. Zweipferdiger „Universal"-Heuwender DA 2 von Ransomes, Head & Jefferies—Ipswich. — Arbeitsbreite 2,13 m, Räderdurchmesser 1,14 m, Gewicht 380 kg, Preis 273 *M.*

des Taues gleichmäßig über das Feld oder die Wiese ausgebreitet. Über Tag wird das Futter je nach dem schnelleren oder langsameren Abwelken mit dem Rechen ein- oder zweimal, Vor- und Nachmittags umgewendet. Häufig macht man

den Fehler, das abgewelkte Futter über Nacht ausgebreitet liegen zu lassen, anstatt es vor Eintritt der Betauung in kleine, etwa 0,5 m hohe Häufchen zusammen zu bringen. Wird die Oberfläche dieser Häufchen durch Tau und selbst leichteren Regen benetzt, so trocknet dieselbe doch den nächsten Tag durch Sonne und Wind schnell wieder ab. Den zweiten Tag nach dem Schnitt werden die Häufchen wieder, jedoch in einer dickeren Schichte, zerstreut und das Futter tagsüber nach Bedarf mehrmals gewendet und gegen Abend in größere Häufchen aufgesetzt oder geschöbert. Nicht allzu saftreiches Futter kann selbst schon vor dem Schöbern zum Einführen trocken genug sein. Den dritten Tag wird der Schober ausgebreitet, das Heu gewendet. Bei günstiger Zeit wird es dann so weit dürr sein, um eingeführt zu werden. Die meiste Aufmerksamkeit hat man darauf zu richten, das Futter über Nacht oder vor einem Regen in Haufen zusammenzubringen, da es in denselben bei länger anhaltender nasser Witterung besser vor dem Verderben geschützt ist, als wenn es ausgebreitet liegt. Bei länger währendem Regen empfiehlt es sich jedoch, bei wenig abgetrocknetem Futter die Haufen etwas aufzulockern, um ein Verfaulen der grünen Pflanzenmasse hintan zu halten. Nur kurz vor oder im Regen geschnittenes Gras wird zweckmäßig gleich in Schwaden — vorausgesetzt, daß diese noch nicht gestreut sind — liegen gelassen.

Bei größeren Flächen wird das Wenden und Zusammenrechen mit dem Handrechen, Fig. 121, oder der Heugabel, Fig. 122 und 123, zu kostspielig. Zur Ersparung von Kosten und zur Beschleunigung des Wendens verwendet man dann einspännige Heuwendemaschinen. Eine bewährte Konstruktion derselben ist die Heuwendemaschine von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich, Fig. 124. Dieselbe ist mit einer Einrichtung zum Höher- und Tieferstellen für mehr oder weniger dicht liegendes Heu versehen; sie kann sowohl zum Streuen als zum Wenden verwendet werden, je nachdem man die Zinkentrommel nach vorwärts oder rückwärts mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten umlaufen läßt und den beweglichen Stahlzinken eine andere Neigung gibt.

Zu demselben Zweck und um das trockene Futter zusammenzubringen, benutzt man hölzerne oder eiserne Pferderechen, welche, mit einem Pferd bespannt, auch zum Nachrechen auf den Getreidestoppeln die besten Dienste thun. Die Heurechen werden entweder von Holz angefertigt, wie die älteren amerikanischen Heurechen, Fig. 125, oder von Eisen, mit beweglichen Tförmigen, 7—10 cm von einander entfernt stehenden Stahlzinken, wie die englischen Heurechen, Fig. 126, oder mit federnden runden Stahlzinken, wie die neueren amerikanischen Heurechen, Fig. 127. Die Entleerung der Heurechen von dem abgeharkten Heu erfolgt durch Heben der auf der Stange C, Fig. 128, aufliegenden Zinken AB von A nach A_1, entweder vom

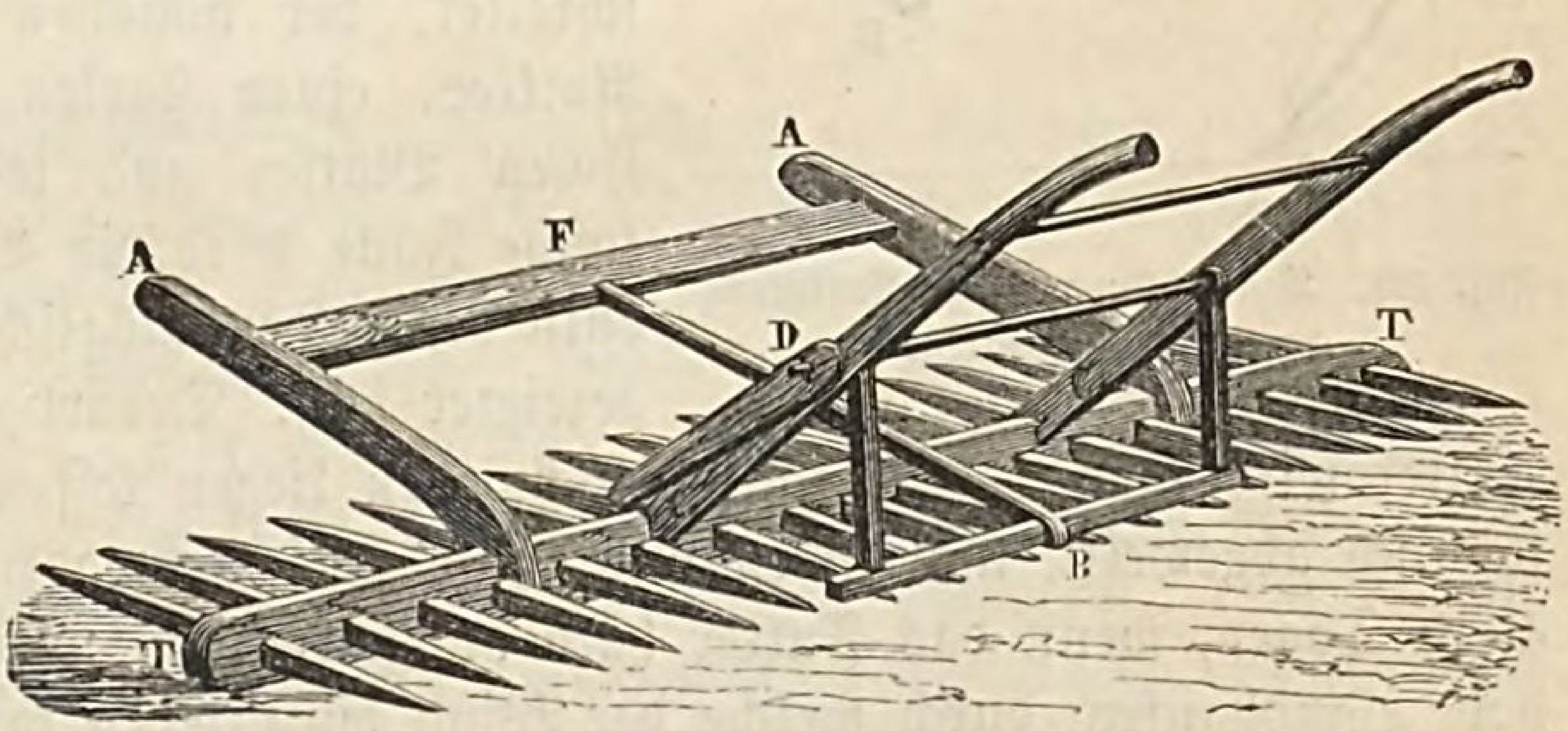


Fig. 125. Amerikanischer Heurechen. — AA Zugbäume, T Rechen, BDF Gestell zur Entleerung des Rechens durch Heben der beiden Handhaben.

Kutschersitz aus durch einen Fußtritt auf die Stange B oder von rückwärts durch Niederziehen eines Hebels. Um das Entleeren zu sichern, dienen die in Fig. 127 ersichtlichen, nach rückwärts abstehenden eisernen Stangen, oder wie in Fig. 126

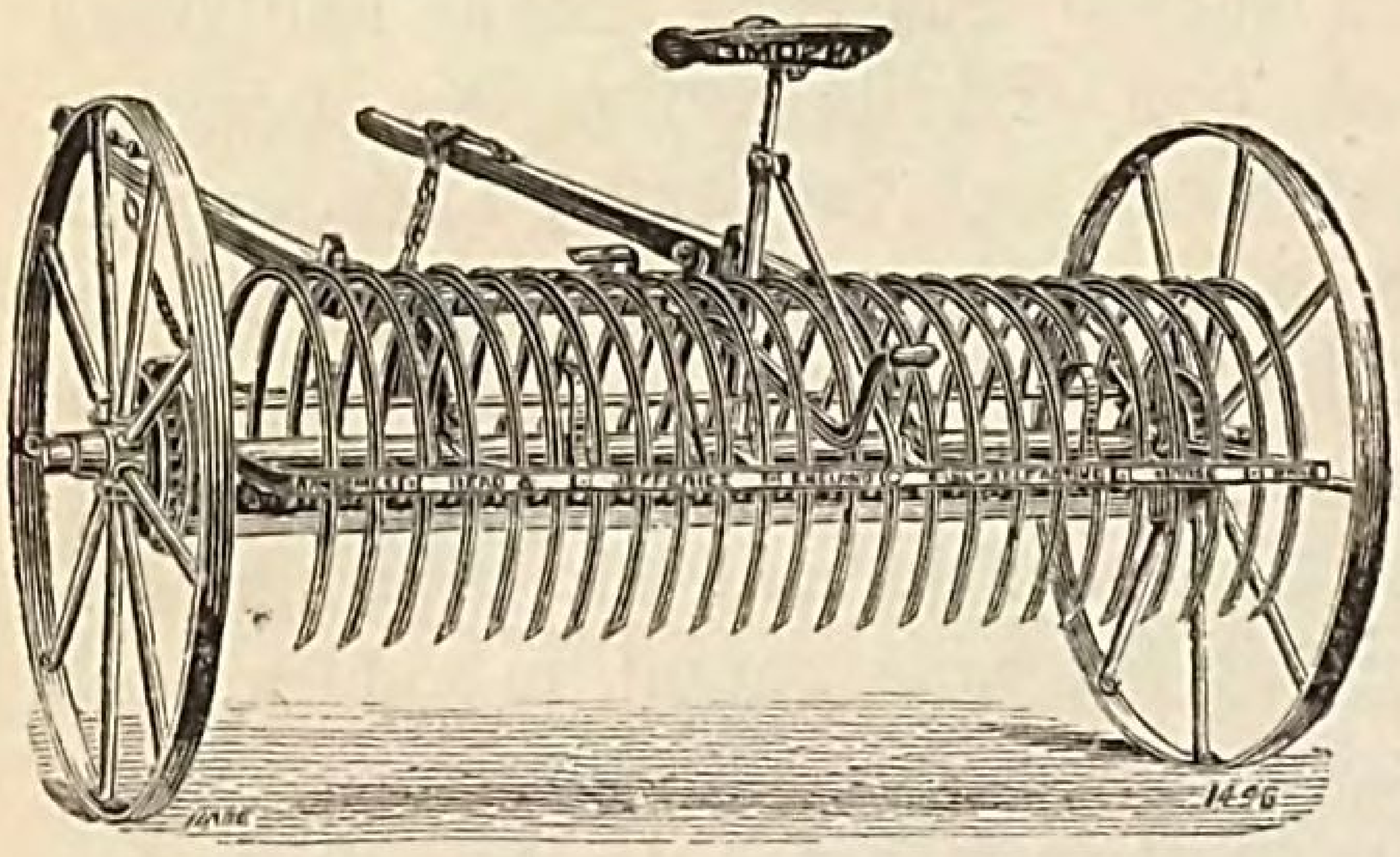


Fig. 126. „Self-Acting" Pferderechen von Ransomes, Head & Jefferies — Ipswich, gehobene oder Transportstellung. — 24 Zinken, Arbeitsbreite 2,43 m, Durchmesser der Fahrräder 1,22 m, Gewicht 280 kg, Preis 225 ℳ.

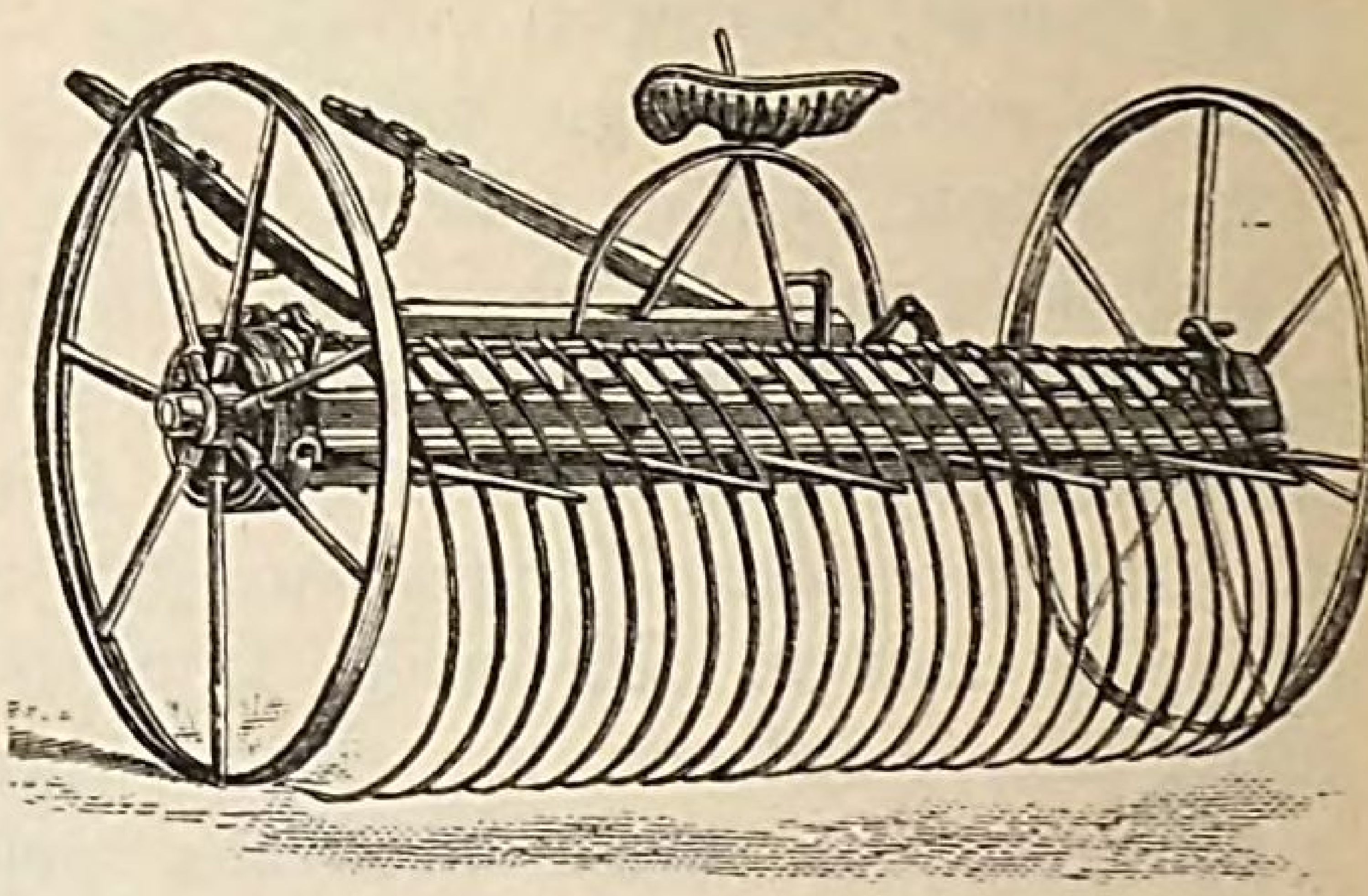


Fig. 127. Anglo-amerikanischer Heurechen von J. & F. Howard — Bedford, niedergelassene oder Arbeitsstellung. — 24 Zinken, Arbeitsbreite 2,6 m, Durchmesser der schmiedeeisernen Räder 1,3 m, Gewicht 203 kg, Preis 168 ℳ.

der hintere Querteil des eisernen Rahmengestelles. Unzweckmäßiger ist das Heben der Stange C nach C_2, während die Zinken sich um B von A nach A_2 drehen. Häufig bedarf es nur eines Anhebens der Zähne durch den Arbeiter, während das vollständige Heben durch das Pferd erfolgt, welches mittelst eines Hebels an der Stange B oder C angespannt ist. Bei dem Rechen Fig. 127 erfolgt das Heben von den Fahrrädern aus durch eine Bremsvorrichtung, welche selbstthätig ausgerückt wird, wenn die Zähne hoch genug gehoben sind.

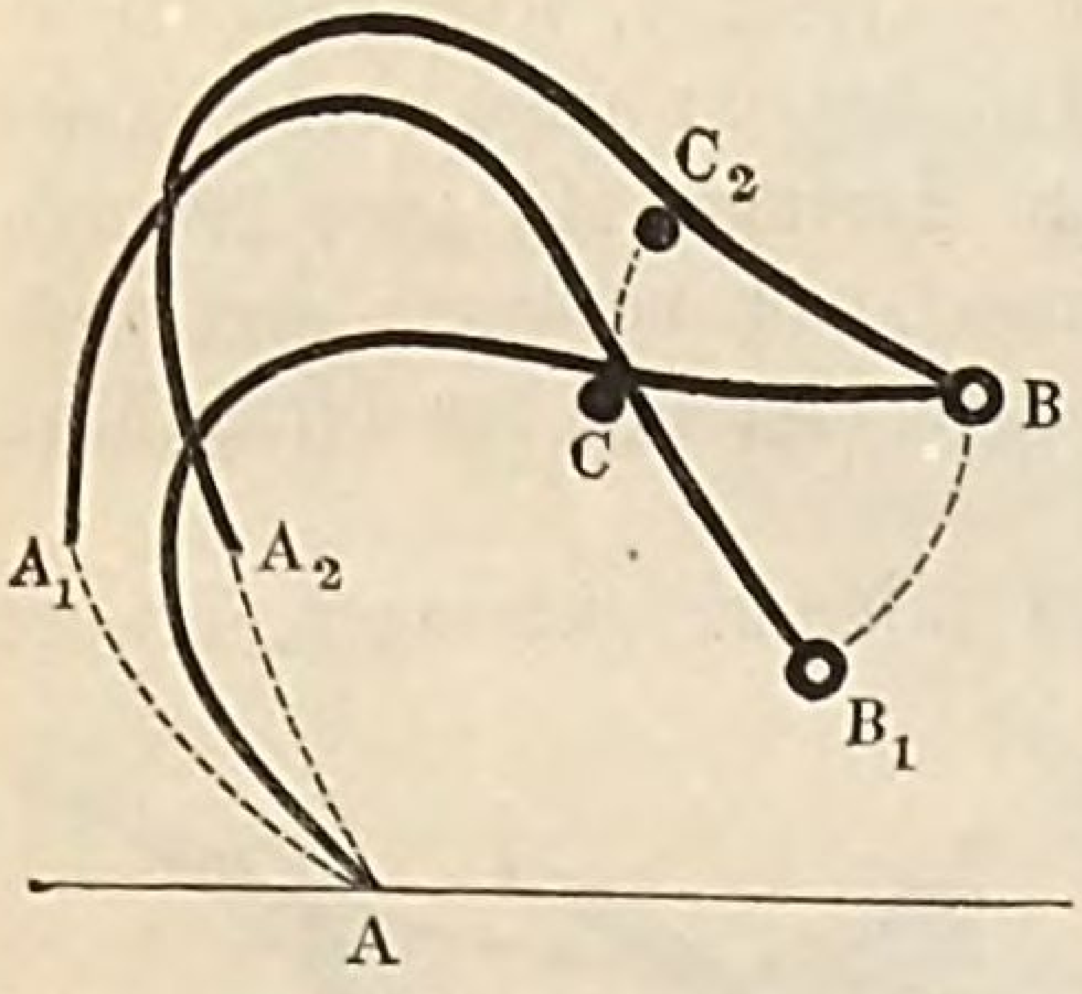


Fig. 128. Vorrichtungen zum Entleeren der Heurechenzinken.

Das öftere Wenden des entstehenden Heues verursacht, je weiter dasselbe im Austrocknen vorschreitet, bei manchen Kleearten, besonders bei Rotklee, einen starken Abfall der leicht zerbrechlichen Blätter und feineren Stengelteile. Für solche Fälle wird ein Verfahren, bei welchem das entstehende Heu möglichst wenig gerührt wird, angezeigter sein. Derartiges zugleich sehr saftreiches Futter wird man 1—2 Tage in Schwaden liegen lassen und wenn dieselben oberflächlich abgewelkt, umwenden und zu je zwei Schwaden zusammennehmen. Nach 4—5 Tagen, wenn das Futter halb ausgetrocknet, wird es in große, 0,3—0,6 m hohe Windhaufen, durch welche der Wind durchziehen kann, aufgesetzt. Die Windhaufen werden schließlich in 2—3,5 m hohe Schober zusammengebracht, in welchen das Futter so lange bleibt, bis es nach einer, bei ungünstiger Witterung auch nach zwei Wochen, vom Schnitt an gerechnet, eingeführt werden kann. In feuchten Gegenden wird selbst dieses Verfahren nicht sicher genug sein und ein Verfaulen oder sonstiges Verderben der Futtermassen eintreten können. Es wird dann das Trocknen, ähnlich wie bei der Getreideernte, durch Aufsetzen in Kapellen oder in Puppen vorzunehmen sein. Das Futter wird hierbei mit Strohbändern oder mit

den eigenen Stengeln, wenn diese lang genug sind, unterhalb der Blüten in mäßig große Garben gebunden, aufgestellt und die getrockneten Garben eingeführt. Bei geringeren Futtermengen kann dieses, wenn auch kostspielige Verfahren um so mehr empfohlen werden, je blätterreicher, langhalmiger und saftreicher das Futter und je unsicherer die Witterung ist.

Zum Trocknen größerer Futtermengen eignen sich die in Gebirgs- und sonstigen feuchten Gegenden verwendeten Gerüste, wie Kleereiter oder Trockenpyramiden. Die Kleereiter, Fig. 129, bestehen aus 2,5—3 m hohen Stangen, welche mit mehreren, über Kreuz eingeschobenen, 1 m langen Querhölzern versehen sind. Auf diese Stangen wird das etwas abgewelkte Futter derart aufgehängt, daß es den Boden nicht berührt, damit auch von unten die Luft durchziehen kann und der darunter befindliche Klee ꝛc. im Wachstum weniger gehindert ist. Das Regenwasser wird von der Oberfläche des Futters unschädlich ablaufen können. Auf einem einpfähligen Kleereiter können ungefähr 25 kg Futter aufgehängt werden. Stehen pro ha z. B. 2 600 kg in Aussicht, so benötigt man 105 Stangen, deren erste Anschaffung 70 bis 100 *M.*, 35—50 fl., kosten kann, eine Auslage, welche jedoch erst im Verlauf von mehreren Jahren, bis die Stangen unbrauchbar werden, wiederkehrt. Bei felsigem oder festem Boden ist das Einschlagen der Stangen erschwert, es werden daher hier Futtertrockenpyramiden, Fig. 130, angewendet, welche aus drei pyramidenartig zusammengestellten und mit Querhölzern verbundenen Stangen aufgerichtet werden. Eine solche Pyramide, welche bis zu 750 kg grünes und 150—200 kg trockenes Futter zu tragen vermag, gewährt der Luft freien Zutritt, sie hat jedoch den Nachteil, daß unter derselben der weitere Futtterzuwachs zurückbleibt.

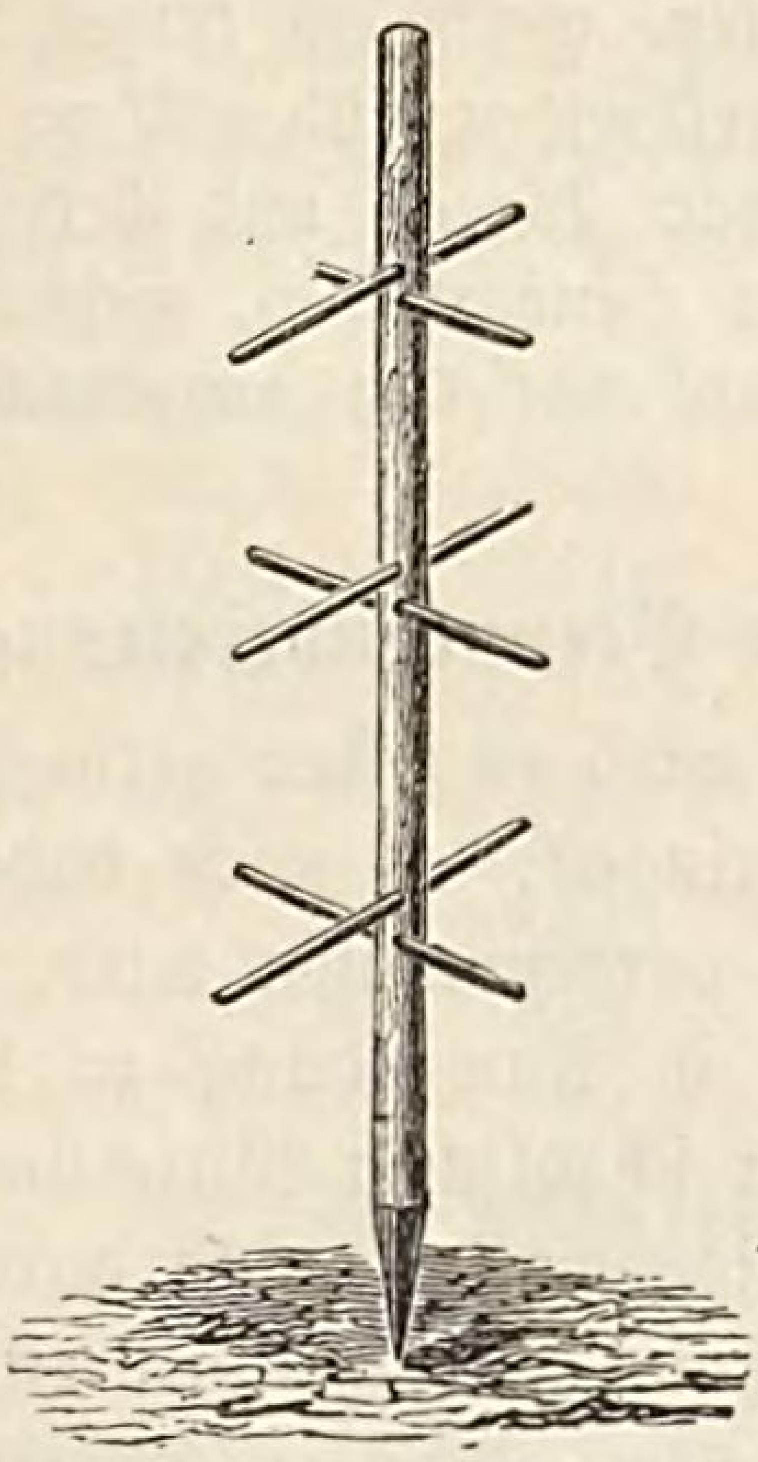


Fig. 129. Reiter zum Trocknen des Klees ꝛc.

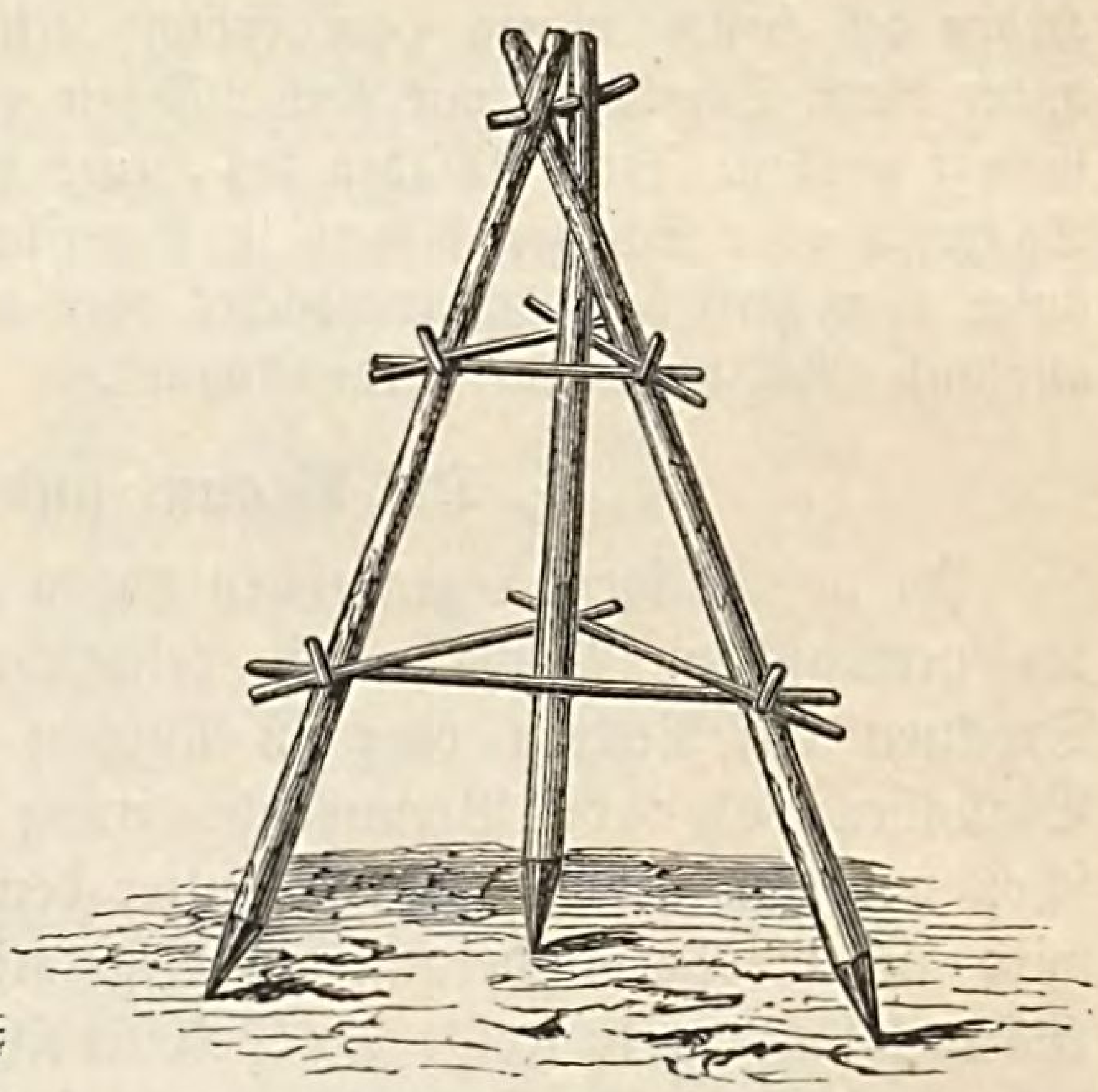


Fig. 130. Futter-Trockenpyramide.

E. Schulze (Bericht über Arbeiten d. landw. Versuchsst. Darmstadt. 1874, S. 40) fand im Rotkleeheu, welches auf Kleereitern und in Schwaden beregnet wurde, in Prozenten:

	Kleereiter	Schwaden
Proteinstoffe	11,22	8,15
Fettsubstanzen	2,40	1,61
Holzfaser	32,68	43,02
Stickstofffreie Extraktstoffe .	35,33	29,60
Asche	4,26	2,86
Summe der Nährstoffe	48,95	39,36
In Wasser lösl. Stoffe	27,77	15,34

In England wurden in neuerer Zeit Trockenapparate für Heu jedoch mit zweifelhaftem Erfolg versucht, welche entweder das Heu durch aufsteigende heiße Luft (System Gibbs) oder durch Einsaugen von Luft in das Innere der Heufeimen mittelst Exhaustoren (Neilson'sches Trockenverfahren) trocknen.

Der richtigste Zeitpunkt für das Einführen des Dürrheues ist gekommen, wenn die auch schwerer austrocknenden, gröberen Halme und Stengel des Futters so weit getrocknet sind, daß sie beim Biegen oder Drehen zerbrechen. Noch weiter das Futter ausdürren zu lassen, ist unzweckmäßig, weil dadurch die feineren, nahrhaftesten Futterteile bei dem Aufladen ꝛc. zu sehr abbröckeln würden. Ist das Dürrfutter gut eingebracht, so soll dasselbe die lebhafte, grüne Farbe und den aromatischen Geruch nicht verloren haben.

Zur Erleichterung des Heuaufladens werden in Amerika Heulademaschinen angewendet, welche entweder vor — System E. Loader —, oder hinter — System E. Foust (Gewicht 225 kg, Preis 540 *M.*) — dem Heuwagen angebracht werden. Zum Sammeln und Heben des Heues dienen zwei endlose Ketten, welche in kurzen Entfernungen mit einander durch Querhölzer mit Rechenzähnen verbunden sind und von den Fahrrädern aus bewegt werden. Zum Abladen des Heues vom Wagen und Versetzen desselben in die Scheunen oder Schober dienen in Amerika Heuharpunen, welche auf Seilbahnen, die unter dem First des Scheunendaches oder auf Gestellen angebracht sind, hin und her, auf und abwärts bewegt werden können.

3. Die Braun- und Brennheubereitung.

In ungünstigen, regenreichen Lagen wird es selten gelingen, das Dürrheu in der gewünschten Beschaffenheit heimzubringen; es wird daher, sofern nicht das Trocknen auf Reitern oder in Puppen vorgenommen wird, geratener sein, die Braunheu- oder die Brennheubereitung in Anwendung zu bringen, bei welchen schon vor dem Ausdürren das Futter den schädlichen Witterungseinflüssen entzogen wird und die Verminderung des Vegetationswassers nicht durch die atmosphärische Wärme, sondern in Folge der Selbsterhitzung herbeigeführt wird. Beide Methoden haben besonders für Futterpflanzen, wie Klee, Luzerne, Esparsette ꝛc., welche viele zarte, nach dem Trocknen leicht zerkrümelnde Blätter besitzen, großen Wert. Grobes, sog. saures Wiesengras, gewinnt bei dieser Werbungsart an Schmackhaftigkeit.

Zur Braunheubereitung wird das Wiesengras — welches bei günstiger Zeit in 3 Tagen Dürrheu werden würde — verwendet, wenn noch ein Tag bis zur Bildung des fertigen Dürrheues fehlt. Der Klee, welcher in 6 Tagen trocken wäre, soll zur Braunheubereitung genommen werden, wenn noch 3—4 Tage zur vollständigen Heubildung notwendig wären. Das bis zu dem erwähnten Grade abgewelkte, nicht tau- oder regennasse Futter wird in große Haufen von wenigstens 6 m Durchmesser unter Schoppen oder in freistehenden Tristen schichtenweise möglichst fest zusammengesetzt, indem 10—15 Personen den Haufen, von der Mitte nach dem Rand zu, so lange festtreten, bis derselbe etwa 5 m hoch geworden ist. Um das Verschimmeln der obersten Schichte hintan zu halten, empfiehlt es sich auf dieselbe Stroh zu geben. Im fertigen Haufen tritt bald eine Selbsterhitzung ein, die je nach der Witterung 4—8 Tage dauert und bei zu feucht aufgesetztem Futter sich bis zur Selbstentzündung oder mindestens bis zu einem Verkohlen des Futters steigern kann. Ist der Haufen zu wenig zusammengetreten, so wird das Futter an den hohlliegenden Stellen verfaulen und verschimmeln. Die beste

Qualität von Braunheu erhält man, wenn es sich nicht über 80° C. erhitzt. Nach mindestens 6 Wochen wird das fertige Braunheu, sobald es sich im Innern wieder auf die Lufttemperatur abgekühlt hat, mit Strohmessern, um jedem Verlust feinerer Teile vorzubeugen, angeschnitten und verfüttert.

Wegen der Unsicherheit des Gelingens weniger vorteilhaft, ist die Brennheubereitung (Klapmeyer'sche Methode), bei welcher der Klee oder das sonstige Futter, nachdem dasselbe einen Tag abgewelkt hat, in großen Haufen der Selbsterhitzung durch 48—60 Stunden ausgesetzt wird. Durch die Wärme, welche am zweiten Tage bis auf 65° C. steigt, wird das Wasser zur Verdunstung gebracht. Nach dieser Zeit muß der Haufen selbst während Regenwetter, wenn nicht ein Verderben des Futters eintreten soll, zu weiterem, schnell erfolgendem Abtrocknen auseinander gerissen werden.

Nach Dr. H. Weiske (Beiträge zur Frage über die Weidewirtschaft und Stallfütterung. Breslau 1871) erreichen die Verluste, welche mit der Dürr- oder Brennheubereitung unvermeidlich verbunden sind, nachstehende Höhe. Zur Vergleichung dient die ebenfalls angeführte Analyse von Luzernepflanzen, welche im Laboratorium sorgfältig getrocknet wurden. Von einem ¼ ha großen Luzerneschlag wurden erhalten in kg bei

	Trockensubstanz	Protein	Fett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Asche	Geldwert ℳ
sorgfältiger Trocknung .	839,0	173,0	30,6	254,5	315,2	65,5	—
Brennheubereitung . .	764,5	171,0	20,7	282,8	226,6	63,5	—
Dürrheubereitung . .	698,5	128,6	16,2	237,1	265,0	50,5	—
Davon verdaulich:							
sorgfältiger Trocknung .	—	134,6	15,1	87,2	205,7	31,0	60,9
Brennheubereitung . .	—	123,8	9,0	126,0	122,4	30,0	54,3
Dürrheubereitung . .	—	94,4	5,2	85,7	172,1	22,0	45,8

4. Die Sauerfutterbereitung.

Bei sehr saftigem oder grobstengeligem Futter verdient schließlich noch die Bereitung von Sauerfutter oder sog. Sauerheu die allgemeinste Beachtung. Am häufigsten wird der Grünmais, aber auch Rübenblätter und Rübenköpfe, ebenso Rotklee, Wiesengras, besonders wenn deren Trocknung durch regnerische Witterung gefährdet erscheint, durch die Sauerfutterbereitung zu einer längeren Aufbewahrung geeignet gemacht. Bei derselben wird das Futter in großen Mengen, um durch dichtes Zusammenlagern und allseitigen Abschluß von der Luft ein besseres Halten derselben zu erreichen, in Gruben eingelegt, welche ausgemauert werden, wenn sie für beständig an einem bestimmten Platz ausgehoben werden. Bei kleineren Quantitäten reicht es aus, die Grube in festem, trockenem Erdreich im Feld selbst oder in der Nähe des Stalles auszuheben. Die zweckmäßigste Tiefe der Grube beträgt 1,25—2 m, bei einer oberen Breite von 3 m und einer Sohlenbreite von 2,5 m. Als Anhalt zur Bemessung der Grubenlänge, welche mindestens 10 m betragen sollte, rechnet man, daß je 1 m 4—5 000 kg Grünmais aufnehmen kann. Die ausgehobene Erde wird zur späteren Benutzung als Deckmaterial am Rand auf die Seite gelegt. In die gereinigte Grube wird das grüne Futter gleich nach dem Abmähen schichtenweise eingelegt und schichtenweise zusammengetreten oder durch Überfahren mit schweren Walzen möglichst fest zusammengedrückt. Zur Unterstützung eines möglichst gleichförmigen und dichten Zusammenlegens der

Futtermassen kann entweder das Futter an der Grube selbst grob gehäckselt, oder im Feld mit 1 m langen Stricken in kleine Garben gebunden werden, welche regelmäßig in die Grube eingelegt und, nachdem die Stricke entfernt, festgetreten werden. Ist das Futter dürr geworden, so ist es zweckmäßig, dasselbe etwas anzufeuchten. Ein Zusatz von Salz ist nicht erforderlich. Über den Rand der Grube wird mit dem Aufschichten und Festtreten des Futters bis auf 1 m Höhe fortgefahren. Die Seitenwände der über der Grube hervorragenden Futtermasse sollen möglichst senkrecht aufgeführt werden, damit sich die Masse regelmäßig senke. Zum Schluß werden die Wände mit einer Sense glatt abgeschnitten und der Haufen allseitig durch eine 0,5 m starke, festgestampfte Erdbedeckung von dem Luftzutritt abgeschlossen. In der Futtermasse tritt bald eine Gährung ein, welche nach Ablauf eines Vierteljahres beendet ist und sich bei normalem Verlauf durch angenehm säuerlichen Geschmack und Geruch in Folge des Auftretens von Essigsäure, Milchsäure ꝛc. kenntlich macht. Bei undichter Aufbewahrung wird in den späteren Monaten der Geruch unangenehm durch das Auftreten von Buttersäure. Bei fehlerhafter Konservierung bilden sich selbst Ammoniak und andere flüchtige Stickstoffbasen. Das fertige Sauerfutter bietet, besonders gegen Ausgang der Winterfütterung im nächsten Frühjahre, ein willkommenes und von dem Vieh gern gefressenes Futter. Gut zubereitet hält es sich in den zugedeckten Gruben 2 Jahre und länger. Beim Anbrechen der Grube entfernt man sorgfältig die Erde auf einer kurzen Strecke und schneidet die tägliche Portion mit einem großen Messer ab, nachdem man vorher die oberste, etwa 8 cm starke, verschimmelte und durch Erde verunreinigte Schichte entfernt hat.

Nach der in Süddeutschland und Frankreich üblichen Methode wird großkörniger Pferdezahn- oder Riesen-Mais eingelegt, welcher in einem vorgeschrittenen Entwickelungsstadium, mindestens im Alter von 4½—6 Monaten (Wassergehalt 80%) gemäht wird, um möglichst an Masse zu gewinnen. Man erhält dann Sauermais von nur schwach säuerlichem und angenehmem Geruch und Geschmack. In Ungarn verwendet man dagegen den sicherern kleinkörnigen, dichtgesäeten Grünmais, welcher frühzeitig, sobald die Fahnen (männlicher Blütenstand) erscheinen, gemäht und eingelegt wird. Man erhält dann wegen des größeren Wassergehaltes (90%) ein Produkt von widerlichem, penetrantem Geruch und saurem, scharfem Geschmack. Erstere Methode ist vorzuziehen, da bei der stärkeren Säuerung größere Nährstoffverluste eintreten. Man erreicht übrigens auch bei der ungarischen Methode eine schwächere Säuerung, wenn man die jüngeren Pflanzen einige Tage vor dem Einlegen bis auf 60% Wassergehalt abwelken läßt. Nach Dr. J. Moser (Österr. landw. Wochenbl. Wien 1876, S. 316) sind von jungem, stark gesäuertem Mais (ungarische Methode) zur Produktion von 100 kg Sauermaistrockensubstanz etwas mehr als 200 kg Grünmaistrockensubstanz, von älterem, schwachgesäuertem Mais (deutsche Methode) 130 kg Grünmaistrockensubstanz notwendig. Die Substanzverluste nach 2 bis 7monatlicher Aufbewahrung betreffen zumeist die stickstofffreien Extraktstoffe (20 resp. 24%), dann auch Rohprotein (7 resp. 8%) und Rohfaser (1,5 resp. 3%); dagegen wird das Futter leichter verdaulich.

Etwas verschieden von der Sauerfutterbereitung ist das von A. Goffart[1]) empfohlene Verfahren der Konservierung von Grünmais, welches als Bereitung

[1]) Dr. W. Laszyński, Das Konservieren von Grünmais und anderem Grünfutter nach neuer Methode. 2. Aufl. Berlin 1880.

von komprimiertem Grünmais anzusehen ist. Bei derselben wird durch möglichste Verdrängung der Luft jede Fermentation hintangehalten. Der Mais wird in 1 cm langes Häcksel geschnitten, in 2,2 m tiefe und 5 m breite Gruben eingetreten. Alltäglich wird zur Verhütung der Erwärmung eine frische Maisschicht von 50 cm aufgelegt, bis kein Setzen mehr stattfindet. Hierauf wird der Mais 10 cm hoch mit Roggenstroh oder Spreu und mit beschwerten (4—5 metr pro qm) querübergelegten Brettern bedeckt. Nach 4 bis 5 Wochen ist die Masse zum Verfüttern geeignet. Für gewöhnlich werden 7 kg, bei der Mastung 10 kg Mais pro 100 kg Lebendgewicht verabfolgt.

5. Das Aufbewahren des Heues.

Das Braun-, Brennheu und das Sauerfutter werden gleich von ihrem Bereitungsort aus verfüttert. Das Dürrheu muß dagegen erst nach seiner Bereitung vom Feld oder der Wiese in den Hof eingeführt werden; es wird entweder in Tristen oder Feimen, welche mit Stroh zugedeckt werden, im Freien oder in Dachräumen über gewölbten Viehstallungen, welche überdies, um ein Verderben durch Stalldünste zu verhüten, mit einem Ziegelpflaster oder Esterich versehen werden,

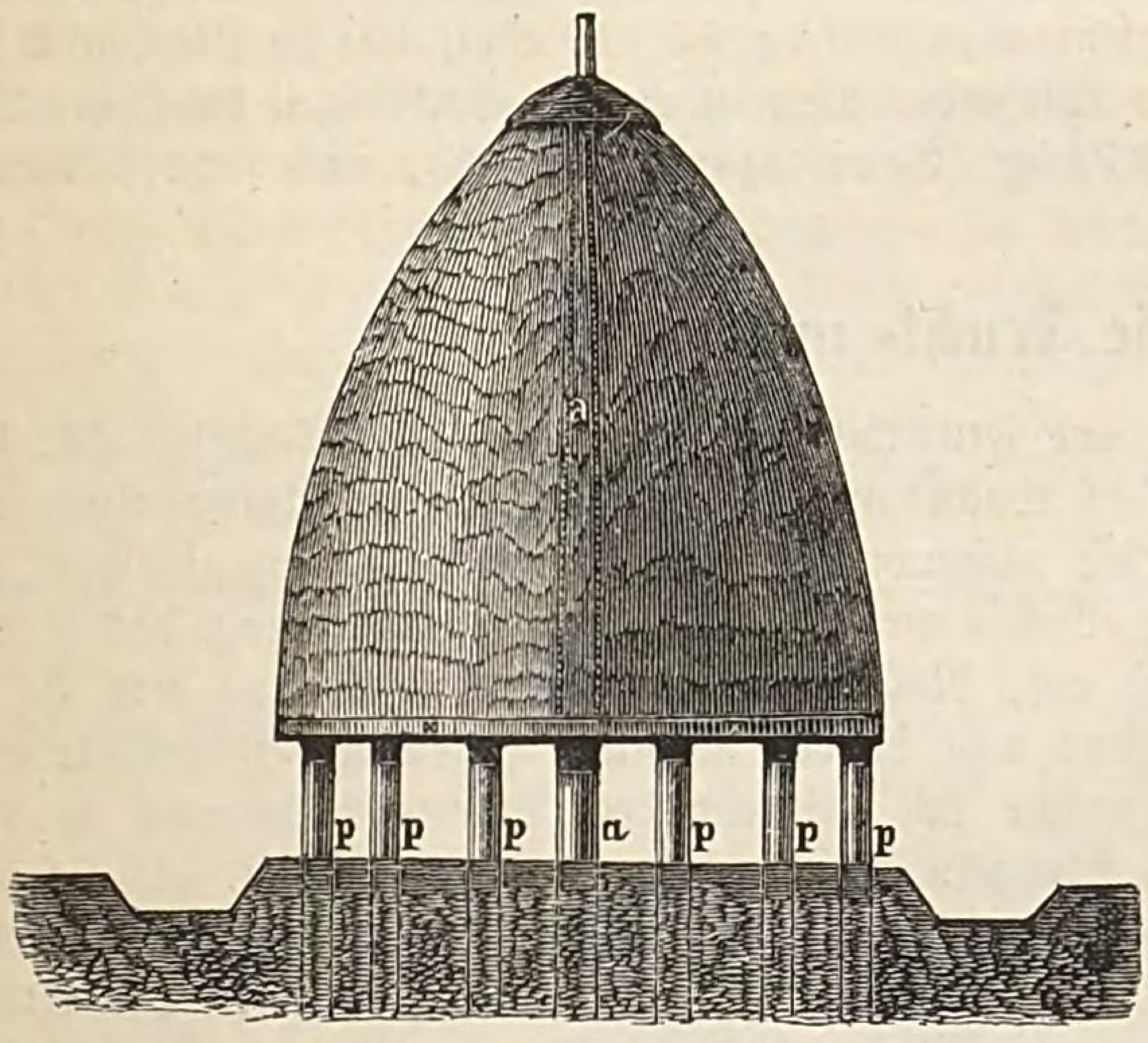


Fig. 131. Heufeime (s. den Text).



Fig. 132. Amerikanisches Heu- und Strohmesser (Patent Weymouth). — Preis bei M. Selig junior & Co. — Berlin SW., Karlstr. 20, 8 ℳ.

oder in Schuppen 2c. aufbewahrt. Am besten hält sich das Heu unter einem Rohr- oder Strohdach, weniger gut unter einem Ziegeldach, da sich hier leichter tropfbarflüssiges Wasser bilden kann, welches das Verschimmeln des Heues befördert. Im Freien wird die Heufeime, Fig. 131, am zweckmäßigsten auf einem leichten Gerüst aufgebaut, welches aus einer fest in die Erde eingegrabenen Stange a und aus niedrigen, im Kreise gruppirten Pfählen pp besteht, die ihrerseits leichte Bretter und Stangen x tragen.

Bei der Aufbewahrung hat man dafür zu sorgen, daß das Heu, je feuchter es eingebracht wurde, möglichst fest zusammengesetzt wird, um ein Verschimmeln oder sonstiges Verderben zu verhüten. Auf dem Heuboden soll die größte Ord-

nung und Reinlichkeit herrschen; das zu verfütternde Heu soll abgeschnitten, nicht willkürlich aus dem Haufen herausgerissen werden, um eine Verwüstung desselben hintanzuhalten. Vorzüglich eignen sich hierzu die amerikanischen Heumesser, Fig. 132.

Frisch eingebrachtes Heu kann gleich verfüttert werden, besser ist es jedoch, dasselbe erst nach einiger Zeit zu verwenden, nachdem es in möglichst fest zusammengepreßtem Zustand gelagert (ausgeschwitzt) hat, indem dann bei den Tieren weniger leicht Verdauungsstörungen, welche bei der Verfütterung vom frischen Heu zuweilen vorkommen, zu befürchten sind. Zu lange aufbewahrtes Heu verliert, wahrscheinlich durch einen langsamen Verwesungsprozeß, nicht nur den aromatischen Geruch, sondern auch einen Teil des Stickstoffgehaltes.

V. Hofmeister (Landw. Versuchsst. 1873. XVI. S. 347) fand in einem von 1866 bis 1870 aufbewahrten Rotkleeheu folgende Abnahme der prozentischen Verdaulichkeit der Nährstoffe:

	Organische Substanz	Protein	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktst.
1866 im September	66,8 %	68,4 %	51,2 %	73,4 %
1867 im Februar	58,7 %	65,0 %	46,2 %	63,1 %
1870 im März	52,0 %	50,7 %	50,4 %	40,7 %

Die Unterbringung von 100 kg Wiesenheu oder Grummet erfordert 0,8 bis 1,5 cbm, einer Fuhre Wiesenheu zu 800 kg 6,5—12 cbm, 100 kg Kleeheu 1 bis 1,6 cbm Dachraum. 1 cbm Wiesenheu wiegt nach dem Einbringen durchschnittlich 76 kg, nach einem Monat 92 kg (Gewichtszunahme 21 %), nach sechs Monaten 109 kg (18 %).

2. Die Frucht- und Stroherute.

Zur Zeit der Blüten- und Fruchtbildung ändert sich die Lebensthätigkeit der Pflanze, welche während des Wachstums hauptsächlich auf die Umwandlung der aus dem Boden und der Luft aufgenommenen Nährstoffe in Pflanzensubstanz gerichtet war. Schon mehrere Wochen vor der vollendeten Fruchtbildung, das ist vor der Reife, hört die Pflanze auf, Nährstoffe durch die Wurzeln aus dem Boden aufzunehmen; dagegen beginnt nun in der Richtung gegen die Blütenteile eine Wanderung jener Stoffe, welche sich während des Pflanzenwachstums in den Blättern und Halmen oder Stengeln gebildet haben. In dem Maß, als sich die Blätter und Halme entleeren, vermehrt sich durch die Stoffeinwanderung das Gewicht der zu den Samen heranreifenden befruchteten Blütenteile. Die Stoffe werden entweder im Samen zur Bildung des Keimes verwendet oder im Mehlkörper des Samens als Reservestoffe abgelagert. Fehlt in trockenen Sommern die nötige Feuchtigkeit, so tritt die Stoffeinwanderung nur unvollkommen ein. Die Samen erreichen in Folge dessen nicht ihre vollständige Ausbildung, die Pflanzen werden notreif.

In Übereinstimmung mit der fortschreitenden Stoffeinwanderung in den Samen treten auch äußerlich wahrnehmbare Veränderungen ein, welche wir an dem Samen der Getreidepflanzen näher verfolgen wollen. Einige Zeit nach der Befruchtung füllt sich der Same, welcher nun seiner Größe nach schon fertig ausgebildet ist, durch die Einwanderung von Stoffen mit einem milchigen Inhalt; dieses Reifestadium bezeichnet man als die Milchreife. Der milchige Inhalt wird weiterhin fadenziehend und nimmt eine wachsartige Beschaffenheit an, während sich das

Stroh gelb färbt. In diesem Reifestadium, der sog. **Gelbreife**, bricht der Same noch, wenn er über den Fingernagel gebogen wird. Noch später wird der Same durch Verdunstung von Wasser hart und bricht über den Nagel gebogen nicht mehr, es ist die **Vollreife** eingetreten. Schließlich wird der Same ganz hart, totreif, während das Stroh eine weißliche Färbung annimmt.

Nach den Untersuchungen von Dr. A. Nowacki (Untersuchungen über das Reifen des Getreides nebst Bemerkungen über den zweckmäßigsten Zeitpunkt zur Ernte. Halle 1870, S. 39) ergeben sich je nach dem Reifestadium folgende Änderungen in den im frischen Zustand nach dem Abschneiden der Pflanzen untersuchten Weizenkörnern:

Erntestadium	Erntezeit	Wassergehalt %	Volumen von hundert Körnern ccm	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanzgewicht von hundert Körnern g
I. frühe Milchreife . .	9. Juli,	51,47	5,3072	1,2004	2,8556
II. späte Milchreife . .	13. „	47,69	5,1657	1,2295	3,5813
III. Gelbreife	20. „	25,73	4,2829	1,3363	4,1862
IV. Vollreife	23. „	12,97	3,5193	1,3913	4,2180

Die Einwanderung von Stoffen aus dem Halm und den Blättern in die Körner hat wahrscheinlich mit dem Beginn der Gelbreife ihr Ende erreicht. Dieser Zeitpunkt wird daher, um die größte Samenmenge bei bester Qualität zu erzielen, der vorteilhafteste zur Vornahme der Ernte sein. Nach dem Abschneiden der Halme gehen übrigens die Veränderungen im Samen hauptsächlich durch Verdunsten des Wassers während des sog. **Nachreifens** noch etwas weiter fort.

Nowacki (a. a. O. S. 45) ließ einen Teil der Körner bis Anfang September mit den Spelzen und Halmen in Verbindung und untersuchte die nunmehr nachgereiften, lufttrockenen Körner bei der Aufbewahrung in einem luftigen, trockenen Zimmer. Das Resultat gibt nachstehende Tabelle:

Erntestadium	Erntezeit	Wassergehalt %	Volumen von hundert Körnern ccm	Spezifisches Gewicht	Trockensubstanzgewicht von 100 Körnern g	Absoluter Aschengehalt von 100 Körnern g
I. frühe Milchreife	9. Juli,	11,82	2,4054	1,4019	2,9735	0,0645
II. späte Milchreife	13. „	11,67	2,9983	1,3997	3,7070	0,0681
III. Gelbreife	20. „	11,47	3,3705	1,3968	4,1679	0,0718
IV. Vollreife	23. „	11,41	3,3832	1,3937	4,1674	0,0704
V. Totreife	28. „	11,78	3,5369	1,3797	4,3061	0,0740

Auf das Nachreifen der abgeschnittenen Früchte wird man sich dann verlassen, wenn man es mit Früchten zu thun hat, bei welchen durch ein Hinausschieben des Erntezeitpunktes die Gefahr stetig zunimmt, daß die Körner bei fortschreitender Reife leichter aus dem Stroh ausfallen. Allzusehr sich auf das Nachreifen zu verlassen und das Getreide mit Rücksicht auf dasselbe schon in der Milchreife zu schneiden, wäre aber ebenso fehlerhaft, als wie ein zu weites Hinausschieben der Ernte. Im ersteren Fall würde zwar die Keimfähigkeit der Körner nicht beeinträchtigt, aber der höchste Ertrag noch nicht eingetreten sein; im letzteren Fall würde ein großer Verlust durch Körnerausfall kaum zu vermeiden sein.

Pflanzen, deren Samen sehr leicht ausfallen, wie z. B. die Hülsenfrüchte, der Raps, die Hirsenarten 2c., müssen daher geerntet werden, sobald die ersten Pflanzen im Feld reif geworden sind. Noch schwieriger ist die Feststellung des richtigen Erntezeitpunktes bei zweiwüchsigen Pflanzen oder bei Gewächsen, welche, wie der Hafer, die Samenkleearten ungleich reifen. In diesen Fällen wird dann zu ernten sein, wenn erwartet werden kann, daß die größte Zahl der Pflanzen reif geworden sei.

Nächst der Beschaffenheit der abzuerntenden Früchte haben jedoch auch noch die Witterung und die verfügbare Arbeitskraft auf die Wahl des Erntezeitpunktes einen maßgebenden Einfluß. Bei günstiger Witterung und ungenügender Arbeitskraft beginne man, je ausgedehnter die abzubringenden Flächen sind, eher etwas früher, als es der Reifezustand der Früchte erfordern würde, um wenigstens die Hauptmasse der Früchte zur richtigsten Zeit hereinzubringen. Kommt dagegen ungünstige, namentlich kühle und feuchte Witterung, so ist es rätlicher, die Ernte etwas zu verschieben, in der Erwartung, daß die Früchte am Halm am sichersten gegen die Unbilden der Witterung geschützt bleiben.

Die gleichzeitige Aberntung der Frucht mit dem Stroh erfolgt besonders bei Getreide, Hülsenfrüchten und Ölgewächsen, ebenso bei Klee und Grassämereien.

Die erste Arbeit bei der Frucht- und Halmernte ist das Abschneiden der stehenden Frucht. Meistens enthält jedoch die abgeschnittene Frucht noch so viel Vegetationswasser, daß ihre weitere Aufbewahrung nicht unmittelbar ausführbar ist, es folgt daher dem Abschneiden als zweite Erntearbeit das Trocknen, gewöhnlich durch Binden und Aufstellen der abgeschnittenen Frucht bewerkstelligt. Nach dem Trocknen ist die Frucht einzuführen, aufzubewahren und schließlich als letzte Erntearbeit die Trennung der Frucht von dem Stroh vorzunehmen.

1. Das Abschneiden der Frucht.

Von der Tiefe des Schnittes hängt die Höhe der Stoppeln und die Erntemenge des Strohes ab. Im allgemeinen wird man lieber kürzere als längere Stoppeln im Feld lassen, da man in den meisten Wirtschaften niemals zu viel Stroh erhalten kann. Unter gewöhnlichen Verhältnissen läßt man die Stoppel etwa 8 cm lang. Bei kurzer Stoppel kommt, besonders bei starker Verunkrautung oder bei Kleeuntersaat, zu viel grüne Masse in das Stroh, dessen Trocknung dann um so schwieriger wird, je feuchter die Gegend oder die Witterung ist. Man wird deshalb in feuchten Gebirgsgegenden die Stoppel länger belassen; über 30 cm wird man jedoch nicht hinausgehen, da, ganz abgesehen von dem Strohverlust, so lange Stoppeln nur schwierig untergeackert werden können.

Bei einer Klee- und Kleegrasuntersaat erleichtert dagegen eine hohe Stoppel das Trocknen eines etwa zu gewinnenden Herbstschnittes. Auf bindigem, schwer zu bearbeitendem Thonboden wird die Stoppel häufig länger belassen, um durch Unterpflügen derselben eine ausgiebige Bodenlockerung herbeizuführen.

Ob nun die Stoppel kurz oder lang ausfällt, jedenfalls muß darauf geachtet werden, daß dieselbe zur Erleichterung des späteren Stoppelsturzes gleich hoch abgeschnitten werde. Am sichersten wird sich dies durch die Mähemaschine erreichen lassen. Geschickte Schnitter werden jedoch eine annähernd gleiche Stoppel auch mit der Sichel, weniger leicht mit der Sense zu Stande bringen.

Die Sichel (Hippe), welche entweder mit einer glatten oder gezahnten Schneide versehen ist, bietet den Vorteil, daß die Halme oder Pflanzenstengel nur wenig aus ihrer gleichmäßigen, natürlichen Lage kommen, daher späterhin leichter ausgedroschen werden können. Ihre Leistungsfähigkeit ist jedoch nur eine geringe, da zum Schnitt eines ha Getreide je nach dem Fruchtstand 10, 17 bis 20 Arbeitstage erforderlich sind; vom Raps oder einer anderen Ölfrucht können täglich 0,15—0,3 ha mit der Sichel geschnitten werden. Unentbehrlich bleibt sie für sehr kleine Flächen oder für die Ernte von sehr stark nach den verschiedensten Richtungen belagerten oder mit Wicken und rankenden Unkräutern durchwachsenen Früchten, oder dort, wo es sich um die, wenn auch mühevollere Herstellung einer sehr kurzen Stoppel handelt. In allen übrigen Fällen ist die Sense vorzuziehen. Letztere, mit mehr Kraft und der Geschwindigkeit von 2,2 m in der Sekunde geführt, vermehrt zwar den Ausfall der Früchte, bietet jedoch den Vorteil der größeren Leistungsfähigkeit, welche je nach der Dichtigkeit und Gleichmäßigkeit des Pflanzenstandes 0,3—0,7 ha pro Tag betragen kann. Beim Mähen mit der Sense fallen die Halme auseinander, das Ausdreschen wird daher gegenüber dem mit der Sichel geschnittenen Getreide mit einem kleinen Verlust verbunden sein, außerdem wird nach dem Hauen das Stoppelfeld nachzurechen sein.

Die Sense besteht aus dem Sensenblatt und dem 1,5—2 m langen Sensenstiel (Stell, Wurf oder Worb). Das 40, 45 bis 60 mm breite, 70—90 cm oder 7—9händig lange Blatt wird aus Schweißstahl in vorzüglichster Qualität in den steierischen Sensenwerken (geschätzte Fabrikmarken: 7 Sterne, 3 Kronen, Roß, 2 Herz, Rechen, Baum; Preis pro 100 Stück 50—64 fl.) hergestellt. Die Schneide des Messers wird bei den kontinentalen Sensen durch Dengeln ausgezogen, während in England und Amerika das Messer konkav geschliffen wird. Zur Verbindung des Blattes mit dem Stiel dient ein Ansatz, die Hamme, mit einem senkrecht stehenden kurzen Zapfen, welcher in den Stiel eingelassen wird, und der über Stiel und Hamme gezogene Sensenring (Worbring). Zwischen dem Sensenring und der Hamme werden Holz- oder Eisenkeile eingetrieben, nachdem vorher das

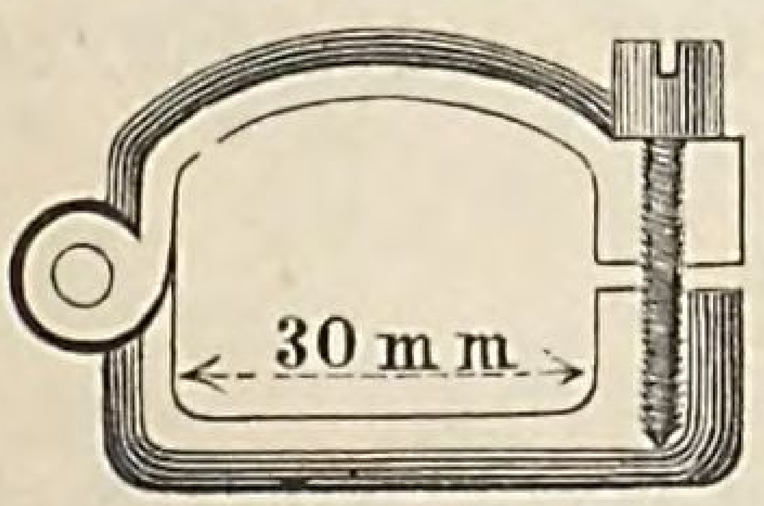


Fig. 133. Patent-Sensen-Griffring von V. Huber, Sensengewerkschaft in Randegg (Niederösterreich).

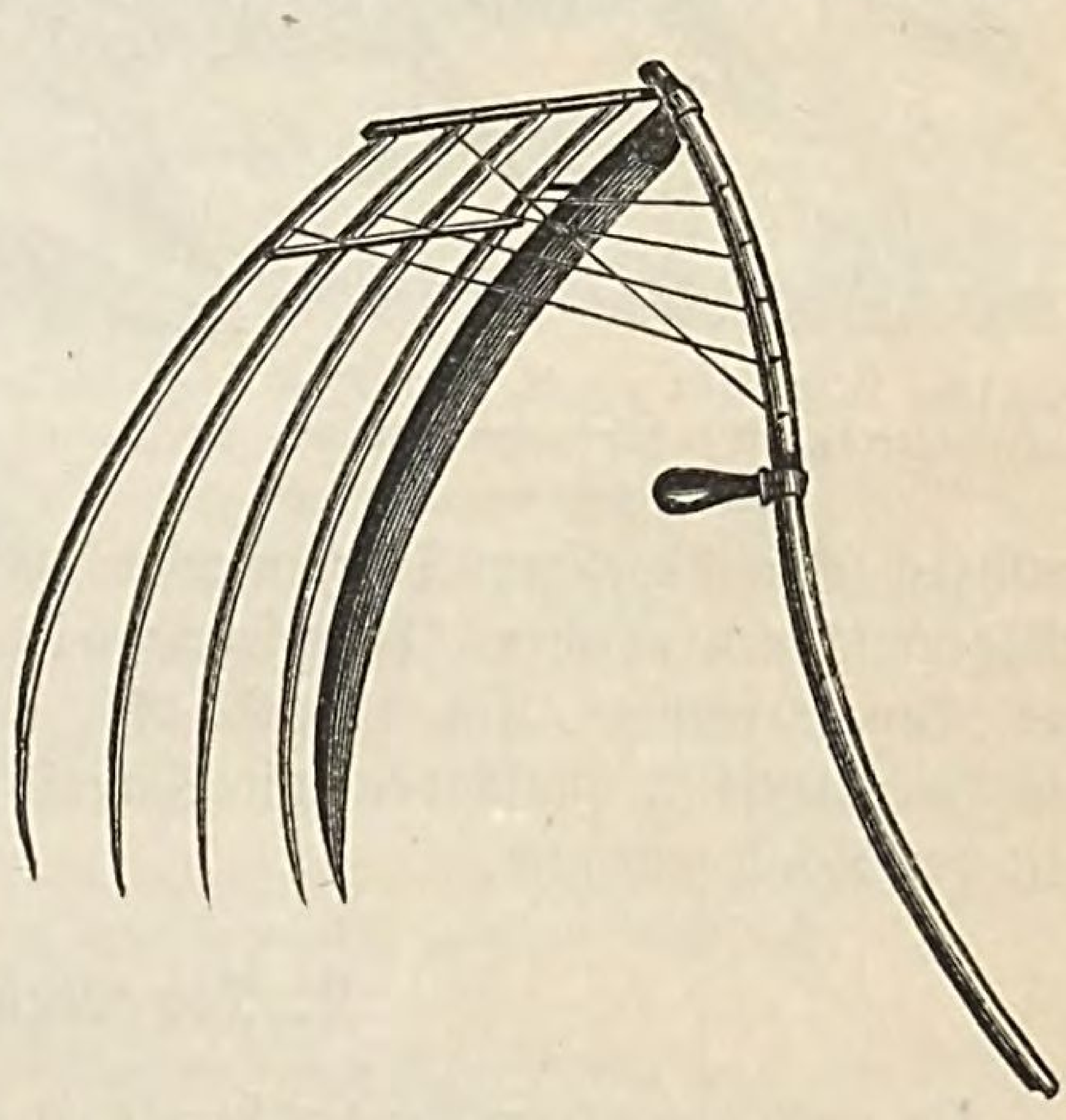


Fig. 134. Amerikanische Gestellsense mit auf dem Stiel verschiebbarem Handgriff. A. Pollak—Wien, IV. Waagg. 5. Preis pro Stück 7,50 fl.

Sensenblatt zum Getreideschnitt mit der Spitze auswärts und zum Kleehieb und zur Grasmahd mehr einwärts auf den Griff gerichtet wurde. Viel sicherer erfolgt die Verbindung ohne Keile mit dem 30, 35 und 40 mm weiten „Patent-Sensen-Griffring“ (V. Huber, Sensengewerkschaft in Randegg, Preis pro 100 Stück 20 fl.), Fig. 133, dessen zwei mit einem Scharnier versehenen Teile mit einer Schraube zum „Abschlagen“ (Abnehmen)

der Sense geöffnet oder geschlossen werden können. Zum Mähen von langstrohigem Wintergetreide verwendet man eine Sense, Fig. 134, welche mit einem Gestell (Korb, Reff, Rechen, versehen ist. Mit dieser Reffsense wird die Frucht gegen das noch stehende Getreide angehauen und von einer zweiten Person zusammengenommen und auf ein vorbereitetes Strohband in Fröschen zur Seite gelegt. Bei kurzstrohigem Sommergetreide ist das Reff entbehrlich, da dieses gewöhnlich in Schwaden gemäht wird.

An Erntearbeitern sind erforderlich: zum Abraffen auf 3 Sensen 1 Mann, zum Binden in kleinen Garben auf 2 Sensen 2—3 Personen, in großen Garben auf 3 Sensen 2 Personen, zum Aufsetzen in Mandeln auf 4 Sensen 1 Mann, zum Nachharken auf 6 Sensen 1 Frau.

In vielen Fällen hält es schwer, die nötige Anzahl Erntearbeiter zu beschaffen, um rechtzeitig die Ernte vollenden zu können; es bleibt dann nur der einzige Ausweg der Anwendung einer Mähemaschine. Mit derselben wird der Schnitt am schnellsten ausgeführt, da diese je nach der Schnittbreite und dem Fruchtstand täglich 2,7—5,6 ha abzumähen vermag. Die Mähemaschine kann jedoch nur dann vorteilhaft in Gebrauch genommen werden, wenn ihr über die ganze Erntezeit eine genügende Fläche, mindestens 70 ha Getreide, zur Aberntung zugewiesen werden kann. Bei größeren abzuerntenden Flächen, gleichwie bei genossenschaftlicher Benutzung sind Mähemaschinen mit selbstthätiger Ablegevorrichtung jenen mit Handablage wegen der beträchtlicheren Zeit- und Arbeitsersparung vorzuziehen. Derartige Maschinen, welche nicht nur die Frucht schneiden, sondern dieselbe auch gleichzeitig zur Seite in garbengroßen Partien ablegen, erfordern zu andauernder Verwendung zwei kräftige Zugtiere, Pferde oder Ochsen. Auf sehr welligem oder hügeligem Terrain wird man zweckmäßiger von der Anwendung der Mähemaschinen absehen. Lagerfrucht wird von Mähemaschinen, welche, wie z. B. der „Single reaper", Fig. 136, S. 257, aufrichtbare Fingerspitzen besitzen oder wie die Hornsby'schen Maschinen mit Ährenlüfter, Fig. 135, versehen sind, besser als mit der Hand geerntet.

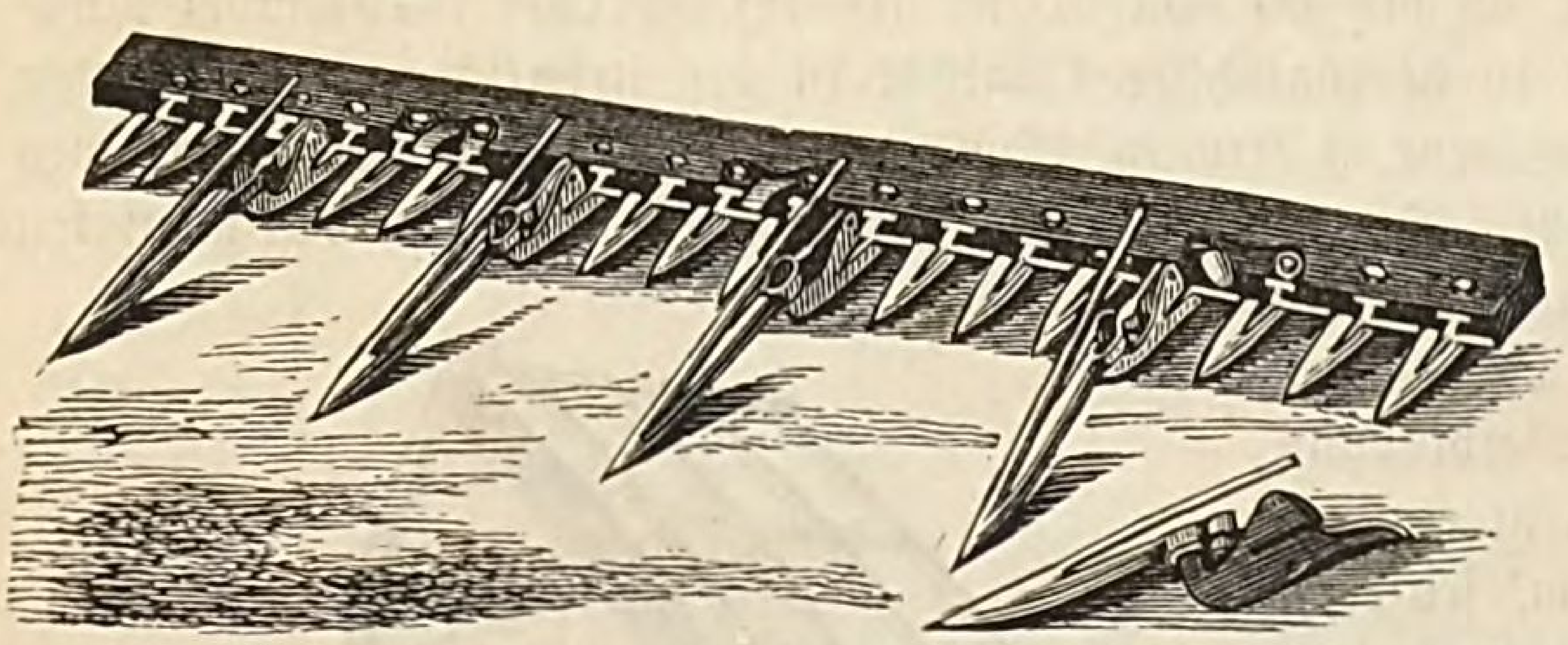


Fig. 135. Ährenlüfter von R. Hornsby & Sons – Grantham zum Schneiden von gelagertem und verworrenem Getreide. — Preis von 4 Stück 25 M., 12,50 fl.

2. Die Mähemaschine.

Je nach der abzumähenden Fruchtart unterscheidet man 1. Gras-, 2. Getreide- und 3. kombinierte Mähemaschinen. Letztere eignen sich sowohl zum Schneiden von Gras als auch von Getreide.

Litteratur: Dr. A. Wüst, Die Leistungen der Mähemaschinen. Berlin 1875; E. Perels, Die Mähemaschinen. Jena 1869; W. Hecke und G. Krafft, Internationale Getreide-Mähemaschinen-Konkurrenz zu Ungar. Altenburg. Wien 1870.

Jede Mähemaschine besitzt 1. einen Wagen, 2. die Betriebsvorrichtung und 3. den Schneideapparat, zu welchen bei vielen Getreideerntemaschinen 4. der

Ablegeapparat und bei einigen Getreideerntemaschinen der Garbenbindeapparat hinzukommt.

Der **Wagen** dient zur Befestigung der einzelnen Teile der Mähemaschine und zur Aufnahme des Betriebsmechanismus für den Schneide- und Ablegeapparat. Er besteht aus den Fahrrädern und dem Gestell, in welchem der Betriebsmechanismus gelagert ist. Die meisten Getreidemähemaschinen werden mit einem 70—86 cm hohen Fahrrad, die Grasmähemaschinen mit zwei Rädern versehen.

Von Wichtigkeit für den Aufwand von Zugkraft ist die Anordnung der Deichsel. Bei einräderigen Maschinen verteilen sich die Widerstände besser, wenn die Deichsel zwischen dem Fahrrad und dem Schneideapparat, bei zweiräderigen Maschinen, wenn die Deichsel zwischen beiden Fahrrädern angebracht ist. Am ungünstigsten ist die Anordnung der Deichsel außer dem Fahrrad, indem dann die Tendenz der Maschine, sich gegen die Frucht zu drehen, am stärksten hervortritt.

Die **Betriebsvorrichtung** besteht aus 2, 3 Räderpaaren, je nachdem die Maschine nicht nur schneiden, sondern auch die geschnittene Frucht selbstthätig ablegen soll. Das erste Zahnrad ist entweder, wie bei den älteren Maschinen, an das Zahnrad angegossen oder auf die Fahrrad-Achse festgekeilt, oder auch, wie bei den neueren Konstruktionen, durch eine Sperrklinken-Kuppelung festgehalten. Letztere Anordnung ermöglicht die selbstthätige Außerbetriebsetzung der Maschine beim Rückwärtsfahren und die leichtere Auswechselung bei vorkommenden Brüchen. Die Welle des letzten Triebes trägt bei allen Maschinen eine Kurbelscheibe oder Kurbel mit einer Pläuelstange (Lenkerstange), um die rotierende Bewegung des Fahrrades in die hin- und hergehende des Schneideapparates umzuwandeln.

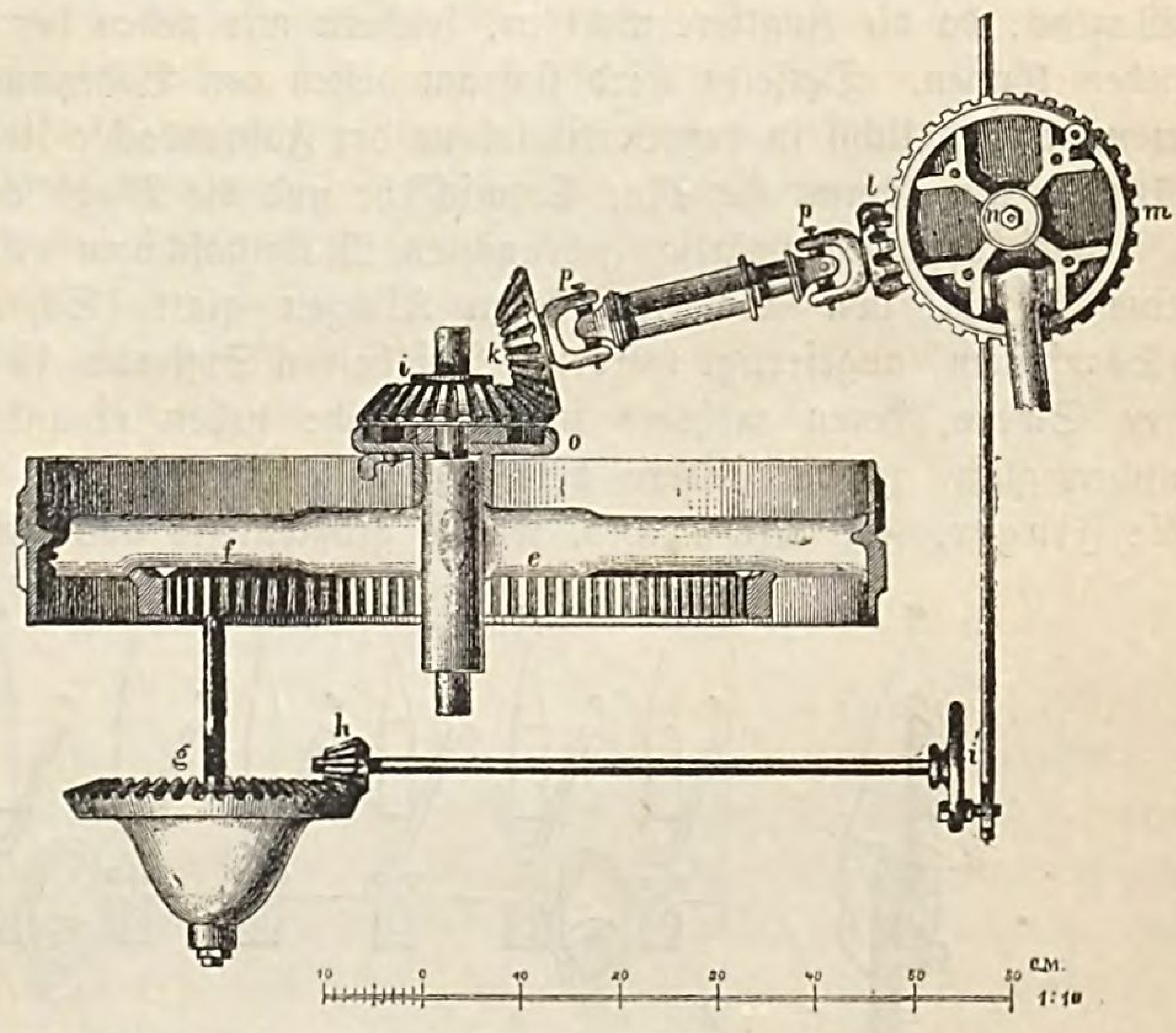


Fig. 136. Grundriß des Betriebsmechanismus der Getreidemähemaschine „Single Reaper" von Warder, Bushnell & Glessner—Springfield.

Die Größe und Art der Übersetzung ergibt sich beispielsweise bei dem „Single reaper" von Warder, Bushnell & Glessner — Springfield, Ohio, Fig. 136, aus nachfolgenden Zahlen:

a. für die Bewegung des Messers:

1. Aufgeschraubte innere Stirnradverzahnung e f $\frac{80}{13}$ Zähne,
2. Konisches Vorgelege g h . . . . $\frac{43}{12}$ „

Gesamt-Übersetzung 22,05

Die Kurbel i macht daher 22 Umdrehungen bei einer Umdrehung des Fahrrades. Letzteres besitzt einen Durchmesser von 0,86 m und daher einen Umfang von 2,7 m. Pro Meter Fahrt der Maschine dreht sich die Kurbel 8,15mal und macht daher das Messer 16,297 Schnitte.

b. für die Bewegung des Ablegeapparates:

Konisches Vorgelege i k . . . . $\frac{15}{14}$ Zähne,

Konisches Vorgelege l m . . . . $\frac{11}{25}$ „

Gesamt-Übersetzung 0,47

Von den 4 Harken wird meist nur eine zum Ablegen verwendet. Diese wird bei jeder Umdrehung der Harkenspindel n oder bei einer Fahrt der Maschine von (2,7 : 0,47 =) 5,74 m eine Garbe ablegen. o ist eine Sperrkuppelung, welche den Ablegeapparat beim Rückgang der Maschine zum Stillstand bringt. Die beiden Vorgelege k p und p l sind durch eine teleskopisch verschiebbare Welle, an deren Enden sich zwei Hook'sche Gelenke befinden, anstatt des sonst üblichen Kettenbetriebes, verbunden. Diese Einrichtung ermöglicht einen richtigen Eingriff der Zahnräder beim Heben und Senken der Plattform.

Der Schneideapparat befindet sich zur rechten oder linken Seite des Wagens, da die Zugtiere nicht in, sondern nur neben der zu schneidenden Frucht gehen können. Derselbe wird sich am besten den Bodenunebenheiten anschmiegen, wenn er möglichst in der Vertikalebene der Fahrradachse liegt. Am nächsten dieser Anforderung kommt die Mac Cormick'sche und die Wood'sche Mähemaschine.

Bei den gegenwärtig gebrauchten Mähemaschinen erfolgt der Schnitt durch eine Anzahl von Scheren, deren Klingen glatt (Scherensystem) oder gesägt (Sägesystem) angefertigt werden. Bei beiden Systemen ist meistens je eine Klinge der Schere, deren mehrere in eine Reihe neben einander angeordnet werden, unbeweglich, je die andere beweglich eingerichtet. Die unbeweglichen Klingen, die Finger, Fig. 137 a, a, a, welche größtenteils aus hämmerbarem Guß ange-

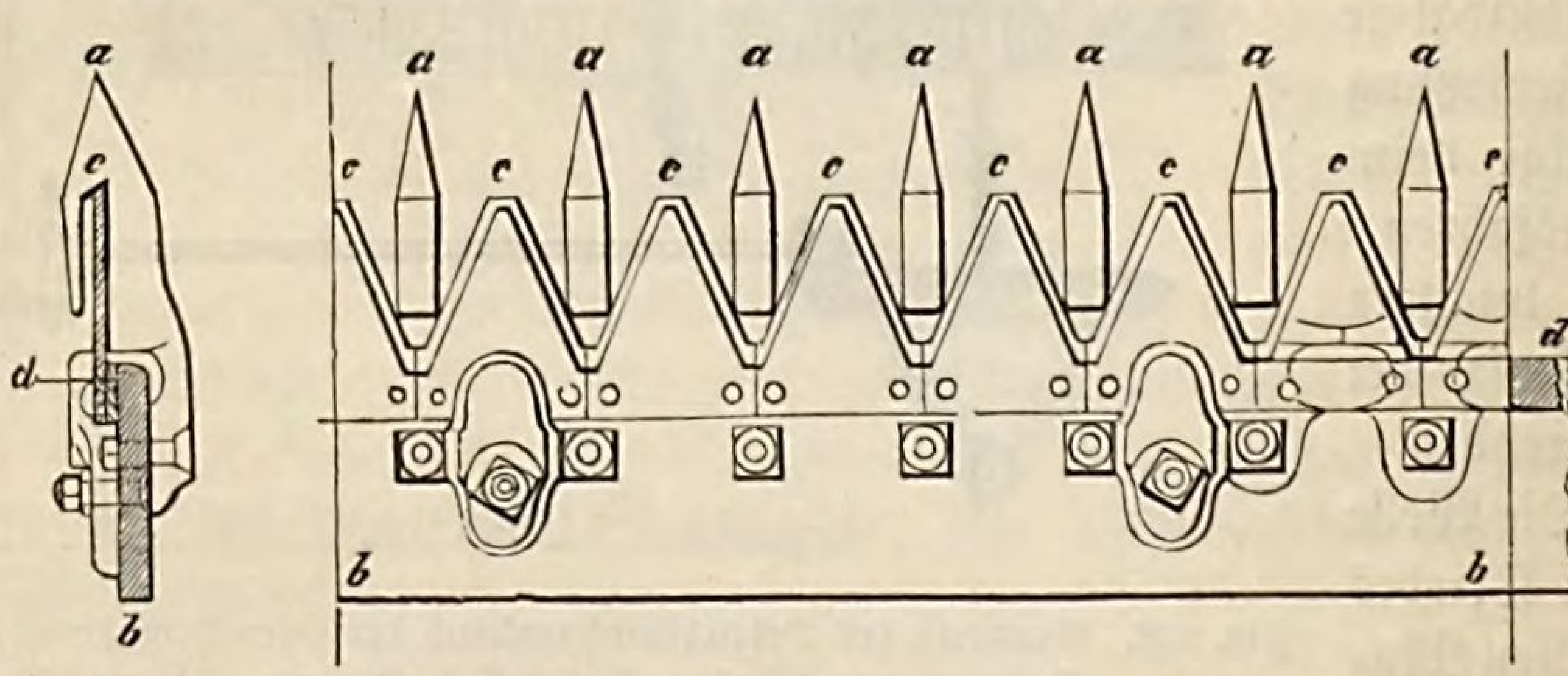


Fig. 137. Längenansicht und Durchschnitt des Schneideapparates der Mähemaschine (Scherensystem). — a a a Finger, b Fingerbalken, c c c Messerplatten, d Messerschiene.

fertigt werden, sind an einem schmiedeeisernen Balken, dem Fingerbalken b, in Entfernungen von 7—8 cm angeschraubt. Sie besitzen vorn eine runde oder vierkantige, flach zulaufende Spitze. Ihr rückwärtiger Teil ist bis nahe der Spitze geschlitzt. Die beweglichen Klingen, welche sich zu je zwei, zu einem gleichschenkelig dreieckigen Stück, der Messerplatte c, c, c vereinigen, sind gleichfalls auf einer schmiedeeisernen Schiene, der Messerschiene d, aufgenietet. Die Messerschiene samt den Messerplatten wird in den erwähnten Fingerschlitzen durch die Lenkerstange hin und her bewegt und zwar erfolgt die horizontale Verschiebung der

Messer (horizontaler Hub = 7,9—15,1 cm) zwischen zwei oder seltener drei Fingern. Um ein Abheben des Messers zu verhindern, dienen die in der Figur ersichtlichen Führungsplatten (Nasen). Bei dem Hineinfahren des Schneideapparates in das stehende Getreide erfolgt zuerst durch die Finger des Schneideapparates eine Teilung der Halme in Büschel. Bei dem weiteren Vorrücken der Maschine gleiten diese Büschel längs den zugeschärften Fingerkanten in den Winkeln zwischen Messerschneide und Fingern, (Abscherungswinkel = 28—42°), um dort bei der Verschiebung des Messers an die Fingerkante angepreßt und schließlich bei dem Durchgang des Messers durch den Fingerschlitz abgeschnitten zu werden. Bei entsprechender Geschwindigkeit der Schneiden, welche bei Sägemessern geringer ausfallen kann und so bedeutend sein muß, daß der Halm nicht ausweichen kann, wird ein Teil der Halme auch ohne Andrücken an die Finger abgeschnitten. Damit das stehende Getreide oder Gras sicher und rein von dem gemähten abgeteilt wird, befindet sich an jenem Ende des Schneideapparates, welches den Fahrrädern entgegengesetzt ist, ein Abteiler oder Schwadhalter. Derselbe besteht aus einem beweglichen, zugespitzten Schuh und zwei aufgesetzten Rundeisenstangen.

Die Messer werden in demselben Moment, als sie seitwärts gehen, auch noch gleichzeitig mit der Fortbewegung der ganzen Maschine nach vorwärts bewegt. Die Art und Weise dieser Bewegung bedingt im Zusammenhang mit der Scherenzahl die Schönheit und Gleichmäßigkeit des Schnittes. Einen ungefähren Anhaltspunkt zur Beurteilung des Schnittes ergibt das Diagramm der Messerbewegung.

Die bisher erwähnten Teile besitzen sowohl die Getreide- als auch die Grasmähemaschinen. Als Beispiel der letzteren bringen wir in Fig. 138 die Abbildung von Walter A. Wood's eisernen Grasmähemaschine. Dieselbe läßt das geschnittene Gras oder Futter dort liegen, wo es gewachsen ist. Es ist dies um so eher möglich, als das Zusammentreten des Futters durch die Zugtiere keinen Schaden bringt, während bei Getreide ein Verlust durch Austreten der Körner eintreten würde. Die Getreidemähemaschinen müssen daher nicht nur das Getreide schneiden, sondern auch in Garben teilen, damit es rasch zur Seite geschafft werden kann, um die Bahn für den folgenden Gang frei zu machen. Je nachdem die Maschine die Ablage mit Hilfe eines Arbeiters oder selbstthätig vornimmt, unterscheidet man Getreidemähemaschinen mit Handablage und mit Selbstablage.

Bei den Mähemaschinen mit Handablage wird das Getreide durch einen Arbeiter mit einem Rechen dem Schneideapparat zugebogen, auf einer hinter dem Schneideapparat befindlichen, meist rostförmigen Plattform gesammelt und mit dem Handrechen nach hinten, selten gleichzeitig auch nach seitwärts abgelegt. Die Einführung der Handablegemaschinen, welche zum allsogleichen Aufbinden der Garben mehrere Arbeiter benötigen, hat nur für wenige wirtschaftliche Verhältnisse eine Berechtigung.

Bei den Mähemaschinen mit Selbstablage wird die garbenweise Ablage des Getreides nach seitwärts durch drei Vorrichtungen: 1. der Plattform, 2. der Zuführungs- und 3. der Ablegevorrichtung bewerkstelligt.

Die Plattform schließt sich meist als ein hölzernes, teilweise oder ganz mit Blech beschlagenes Kreissegment unmittelbar an den Schneideapparat an. Die Unterstützung der Plattform erfolgt einerseits durch die Fahrräder, an deren Achse dieselbe aufgehängt ist und andererseits durch ein 0,45—0,55 m hohes, meist konisches

Trag- oder Laufrad. Diese Unterstützung ist beweglich eingerichtet, so zwar, daß die Plattform mit dem Messerapparat durch einen Hebel beliebig gehoben oder gesenkt werden kann, um die Stoppelhöhe zu regulieren oder die Maschine für den

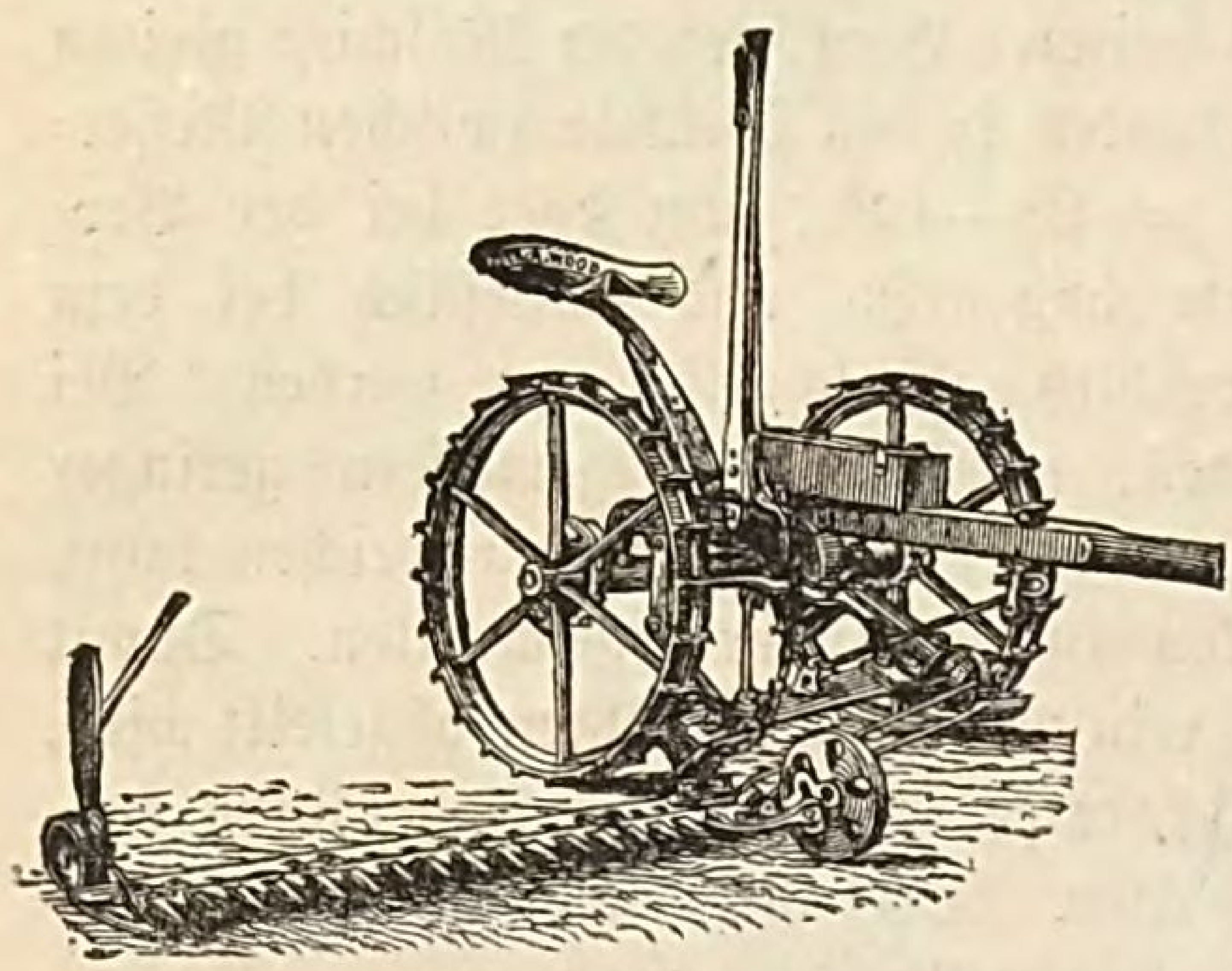


Fig. 138. Walter A. Wood's neue Grasmähemaschine mit eingeschlossenem Triebwerk. — Gewicht 300 kg, Höhe der Fahrräder 80 cm, Schnittbreite 1,27 m. — Preis bei Walter A. Wood — Berlin mit 2 Messern und kleiner Reserve 450 M.

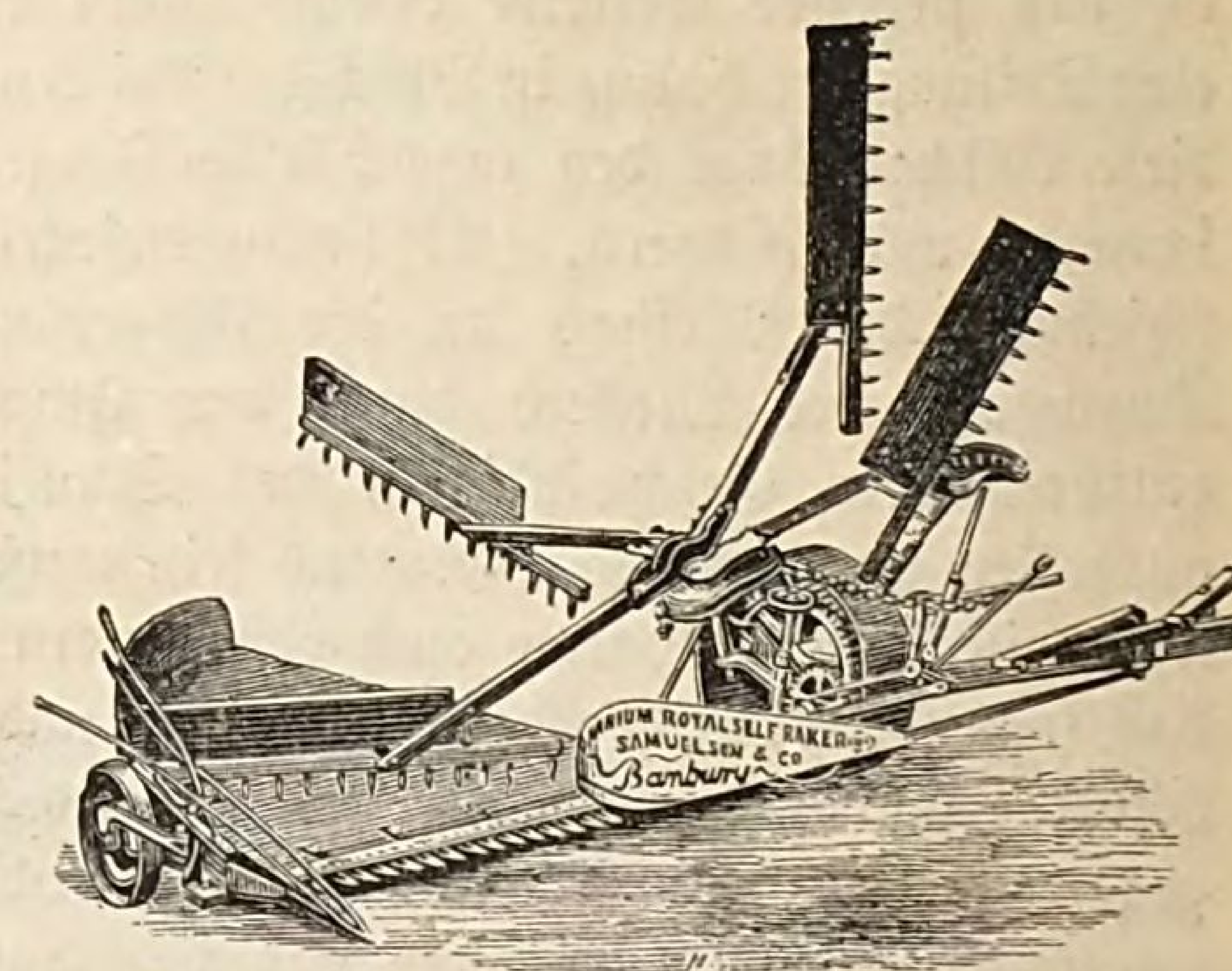


Fig. 139. Selbstablegende Getreidemähemaschine „Omnium" von Samuelson & Co. — Banbury. — Fahrrad-Durchmesser 83 cm, Gewicht 563 kg, Schnittbreite 150 cm, Zugkraft pro m Schnittbreite 74 kg, Messerhub 13,0 cm, pro m Fahrt dreht sich die Kurbel 16,4 mal und macht das Messer, welches über 2 Finger arbeitet, 65,6 Schnitte. Preis 520 M., 260 fl.

Transport geeignet zu machen. Der äußere Rand der Plattform ist senkrecht aufgebogen und überdies durch Rundeisenstangen erhöht, welche vom Teiler ausgehen, um zu verhüten, daß die Getreidehalme über den Rand der Plattform fallen. Die Anordnung der Plattform läßt sich aus der Fig. 139 ersehen, welche die Getreidemähemaschine „Omnium" mit Selbstablage von Samuelson & Co.—Banbury darstellt. Die Plattform hat den Zweck, das abgeschnittene Getreide vor der Ablage zu sammeln.

Die größte Mannigfaltigkeit ergiebt sich in der Konstruktion der Zuführungs- und Ablegevorrichtung. Erstere hat die Bestimmung, das Getreide gegen den Schneideapparat zu biegen, damit es sicher von den Messern erfaßt werden kann, letztere hat das auf der Plattform sich ansammelnde Getreide in Garben seitwärts zu legen, damit die Bahn für den nächsten Gang der Maschine frei wird. Bei wenigen Maschinen sind beide Vorrichtungen getrennt. In diesem Fall besteht die Zuführungsvorrichtung aus einem horizontal gelagerten Haspel, während die Ablegevorrichtung die verschiedenste Gestalt erhält. Gewöhnlich bewegen sich beide Vorrichtungen um dieselbe Achse. Die Zuführung wird durch ein einfaches, an einer Stange befestigtes Brett, das Raff- oder Sammelbrett, die Ablage durch eine Harke vermittelt. Die Raff- und Harkenarme rotieren um eine senkrechte Achse und erhalten ihren Weg auf einer Führungskurve vorgezeichnet. Je zwei Harken und zwei dazwischen angebrachte Raffbretter bilden ein Kreuz, dessen Drehung ein Heranbiegen der Halme und ein Abharken der abgeschnittenen Halme von der Plattform bewirkt. Diese Form besitzt der Ablegeapparat der bekannten Samuelson'schen Maschine, Fig. 139.

Den meisten Anforderungen entsprechen gegenwärtig die amerikanischen Ab-

legevorrichtungen, wie z. B. der „Champion“ Getreidemähemaschine von Warder, Bushnell & Glessner — Springfield, Ohio, Fig. 140, deren Harken gleichfalls auf einer Führungskurve laufen. Letztere besitzt eine Weiche, welche selbsttätig durch Anstreifen eines an der Ablegeharke angebrachten Zapfens geöffnet wird. Dadurch wird die Rolle der Ablegeharke gezwungen, unterhalb der Führung zu laufen und dicht über die Plattform zu streifen. Bei dem Passieren der andern drei Zuführungsharken bleibt die Weiche geschlossen, so daß die Rollen derselben stets oberhalb der Führung und die Harken hoch über der Plattform hinweggehen. Sollen die Zuführungsharken auch ablegen, um kleinere Garben zu erzielen, so kann die Weiche durch einen Fußtritt von dem Führer geöffnet werden. Durch einen Hebel können vom Führersitz aus überdies die Fingerspitzen zum Schneiden von Lagerfrucht gesenkt werden.

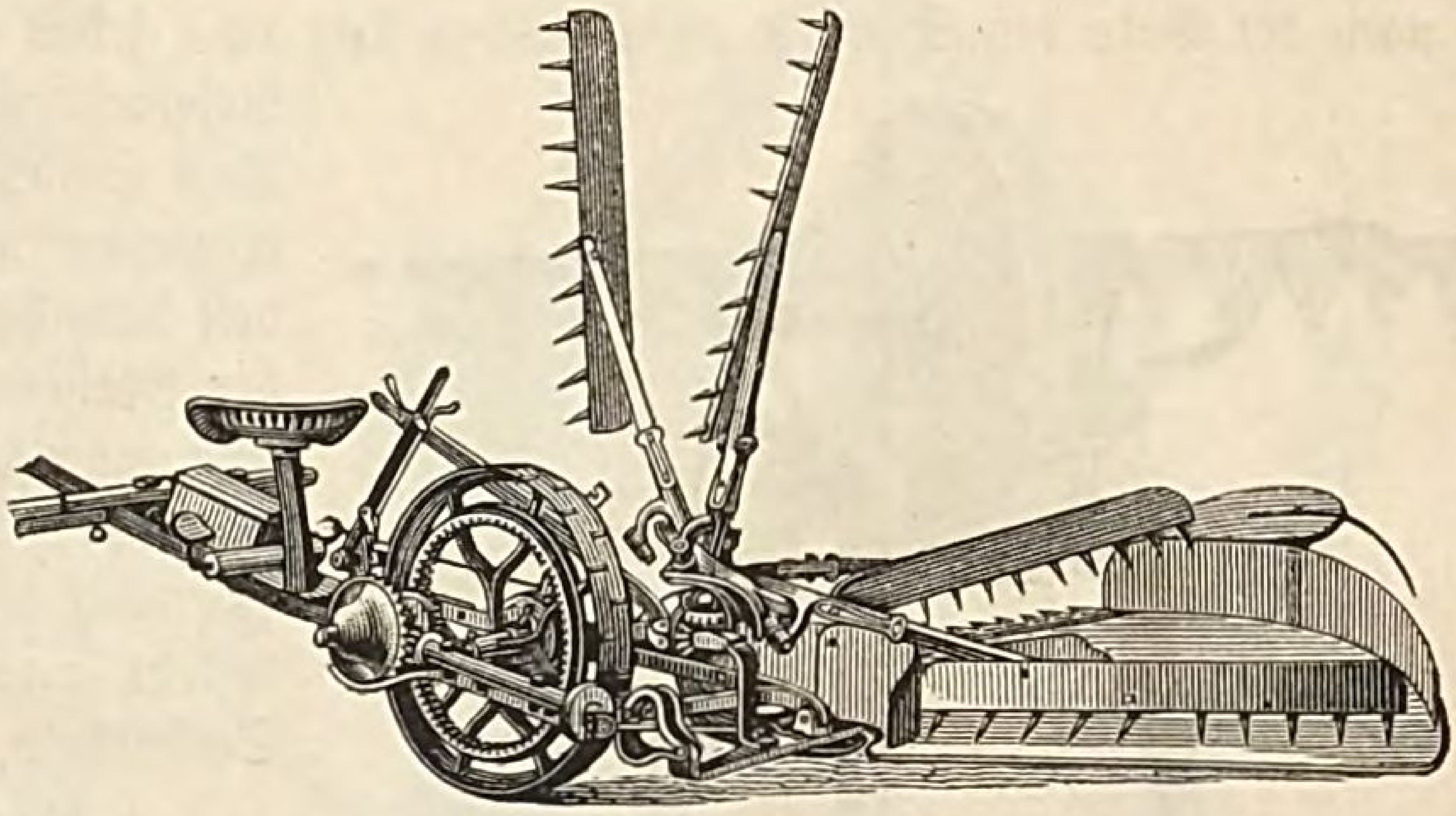


Fig. 140. „Champion“ Getreidemähemaschine von Warder, Bushnell & Glessner—Springfield, Ohio.—Schnittbreite 1,83 m, Gewicht 420 kg, Preis bei Clayton & Shuttleworth—Wien 872 ℳ, 436 fl.

Schließlich stellt man an die Getreidemähemaschine die Anforderung, daß der Kutscher auf der Maschine bequem und sicher sitze, und im Stande sei, die Maschine leicht zu beaufsichtigen und die verschiedenen Stellungen und Ausrückungen sicher zu handhaben. Das Gewicht des Kutschers kommt dabei wenig in betracht. Durch dasselbe kann bei passender Anordnung, zur Seite der Fahrradachse, der Druck der Deichsel auf die Pferde aufgehoben werden.

Zur Beurteilung des Bedarfes von Zugkraft mögen folgende Angaben dienen: Die durchschnittliche Zugkraft in kg für je 1 m Schnittbreite war bei den Proben in Berlin 1869 (I) mit Ausschluß der kombinierten Maschinen, in Ungar. Altenburg 1869 (II) und in Angermünde 1875 (III) die folgende:

Art der Maschinen	I.			II.			III.	
	Maschinenzahl	in voller Arbeit	auf das Schneiden resp. Ablegen allein	Maschinenzahl	in voller Arbeit	auf das Schneiden resp. Ablegen allein	Maschinenzahl	in voller Arbeit
bei den Selbstablegern	12	128,8	46,0	12	121,3	53,3	29	75,0
„ „ Handablegern	2	68,0	31,7	3	78,0	41,0	—	—
„ „ Grasmähemaschinen	3	173,3	94,3	—	—	—	11	—

Bei dem Betrieb und der Wartung der Mähemaschinen ist im allgemeinen folgendes zu beachten:

1. Die Maschine ist eher zu viel als zu wenig mit reinem, nicht leicht trocknendem Öl an allen sich bewegenden Teilen zu schmieren. Bei Beginn des Betriebes ist besonders alle zehn Minuten der Kurbelzapfen der Pläuelstange (Lenkerstange) zu schmieren. Die

Lager der Fahrräder, die Wellen des Übersetzungsmechanismus, die Messerführungen sind mindestens zweistündlich mit Öl zu versehen.

2. Die Messerschneiden sollen stets scharf erhalten werden, zu welchem Zweck die Messer je nach der Güte des Stahles jeden halben Tag oder jeden zweiten Tag gegen geschliffene Reservemesser ausgewechselt werden müssen. Das Schleifen geschieht entweder durch Abziehen mit einer Sägefeile oder auf den bewährten Maschinen zum Schärfen der Mähemaschinenmesser, wie z. B. auf dem amerikanischen „Eureka" Schleifsteine, Fig. 141, oder dem Schleifapparat von Hornsby & Sons—Grantham. Letzterer besteht aus einem leichten Gestell mit Schleifstein, Rad und Tretschuh.

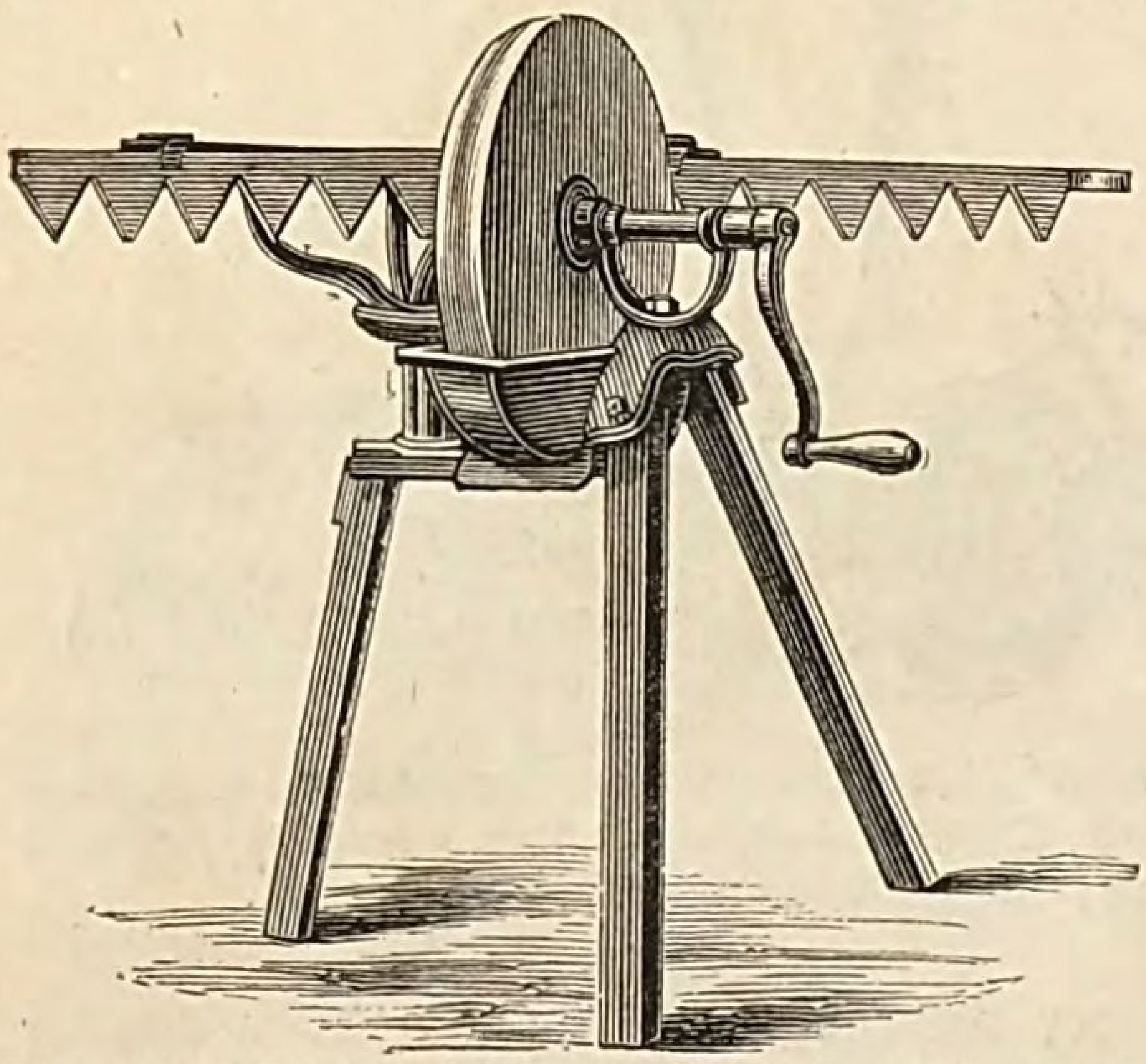


Fig. 141. „Eureka" Schleifstein für Mähemaschinenmesser mit konischem, 5,5 cm breitem Stein mit einem Durchmesser von 44,5 cm und beliebig stellbarem Einspannbügel für das Messer. — Preis bei Clayton & Shuttleworth—Wien 25 fl., 50 M.

3. Nachdem die Maschine in höchster Stellung des Schneideapparates auf das Feld gebracht worden ist, wird sie nach Bedarf genau gestellt und nach dem Schmieren probeweise leer gefahren. Bei dem Beginn der Arbeit oder nach erfolgtem Stillstand wird die Maschine etwas zurückgeschoben, damit die Messer mit voller Geschwindigkeit in das stehende Getreide gelangen.

In neuerer Zeit werden einige amerikanische Mähemaschinen mit Vorrichtungen zum Binden der Garben gebaut. Am meisten hat sich bisher Walter A. Wood's Garbenbinder, Fig. 142, bewährt, welcher Garben von etwa 30 cm Durchmesser mit Draht oder Bindfaden selbsttätig bindet.

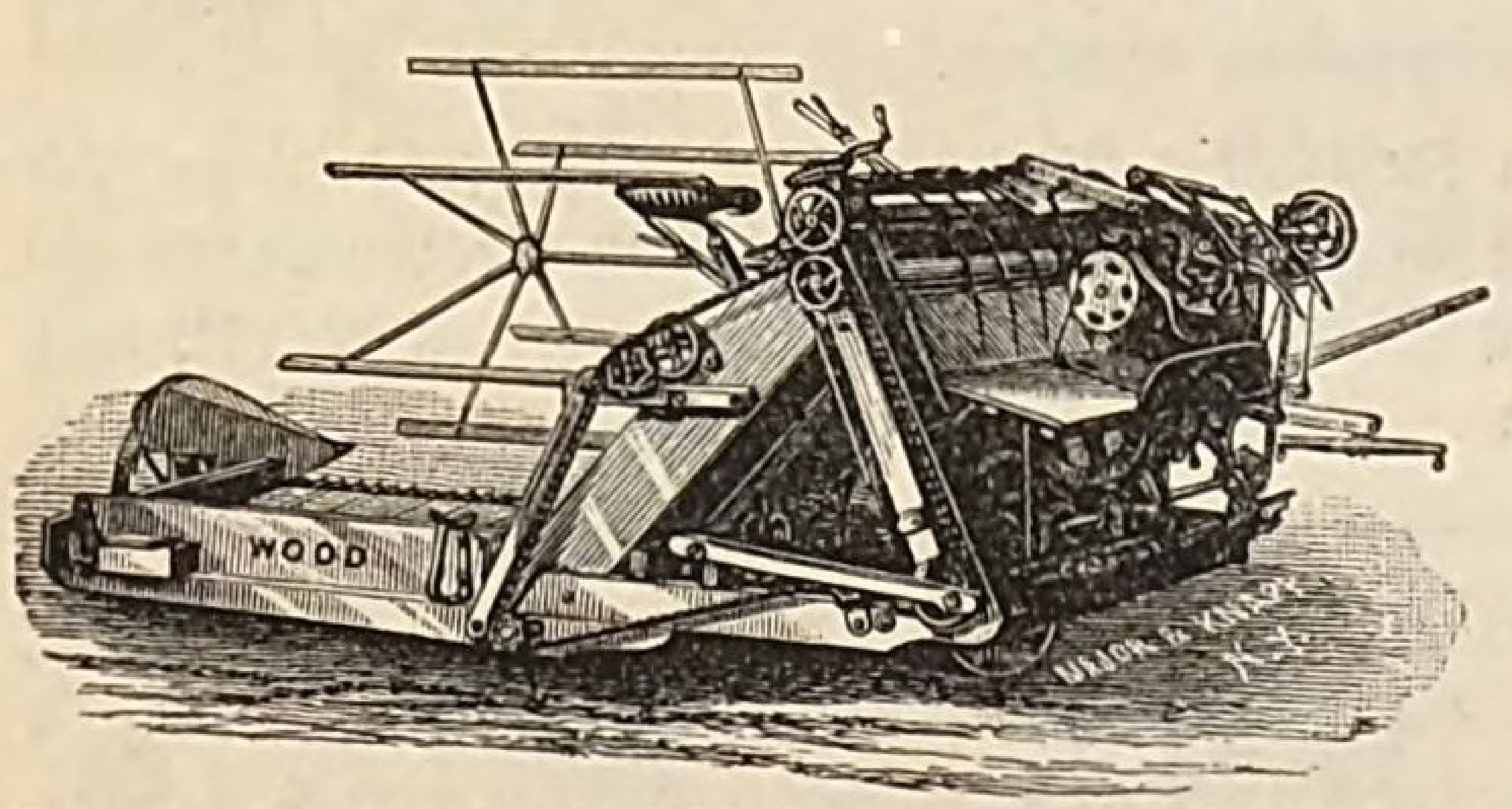


Fig. 142. Walter A. Wood's Bindfaden-Garbenbinder, Modell 1884. — Schnittbreite 1,52 m, Garbendicke an der Bindestelle 20—25 cm, Gewicht 670 kg, Preis bei Walter A. Wood — Berlin C. 1 350 M; eine ca. 1,5 kg schwere Rolle Bindfaden 130 M. pro 100 kg.

Die geschnittenen Halme werden bei dem Draht-Garbenbinder durch den langsam rotierenden Haspel auf ein über 2 Holzwalzen laufendes, endloses Tuch gelegt und durch dieses dem Elevator zugeführt, der sie auf den zur rechten Hand des Führers befindlichen Bindetrog a, Fig. 143, befördert. Zwei im Halbkreis gebogene Federn p am Fuß des Bindetisches verhindern das Abfallen der Halme.

Der Binde-Apparat selbst besteht aus 2 Preßarmen f, g und in einem Bindearm i. Die beiden Erstgenannten drücken das Getreide zusammen, während der Bindearm, an dessen Spitze sich der Bindekopf befindet, das Bündel mit Draht umschlingt, welcher durch eine Spannrolle m in erforderlichem Maß angezogen wird. Sobald dies geschehen ist, schneidet ein im Bindekopf befindliches Messer das Drahtband ab und klemmt gleichzeitig das Ende des von der Spule l kommenden Drahtes wieder ein, während ein ebenfalls im Bindekopf angebrachtes Stirnrädchen — durch eine in der Bahn des Bindearmes gelegene Zahnstange p in Umdrehung versetzt — die beiden Enden des um das Bündel ge-

schlungenen Drahtbandes sechsmal zusammendreht; die gebundene Garbe wird hierauf durch den Bindearm abgeworfen.

Wenn der Binde-Apparat ununterbrochen arbeitet, liefert er alle 3 m eine Garbe; der Führer kann aber vermittelst eines Fußhebels den Apparat ganz nach Belieben anhalten, bis sich genügend Getreide für eine Garbe angesammelt hat.

Damit das Drahtband der Länge des Strohes entsprechend stets in die Mitte kommt, kann der Führer von seinem Sitz aus durch einen Hebel den Bindetisch nach vorwärts und rückwärts verstellen.

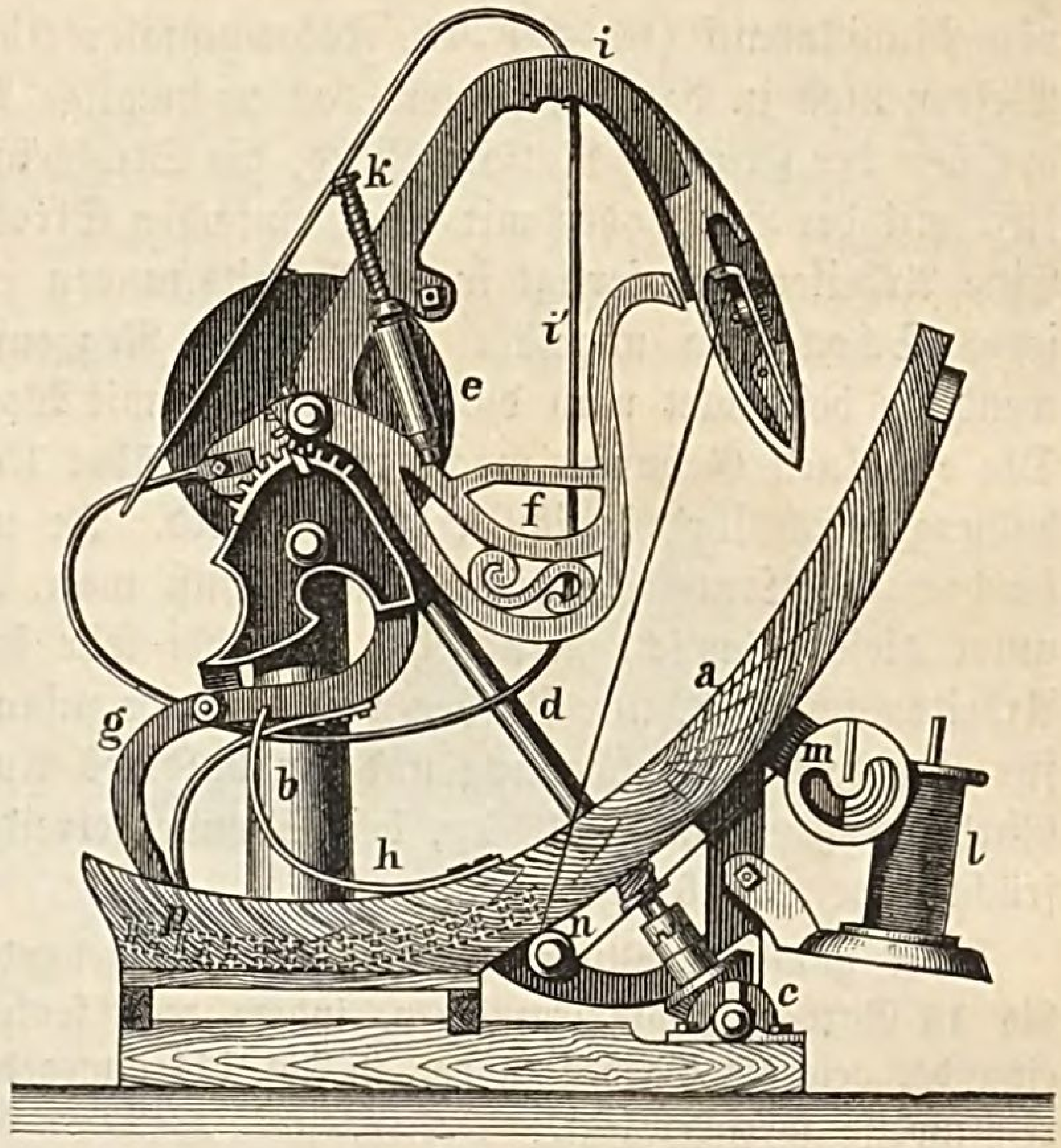


Fig. 143. Walter A. Wood's Draht-Garbenbinder beim Beginn der Garbenbildung. — a Bindetrog, b Ständer, c e konische Räder, d Betriebswelle, f, g Preßarme, h Federn, i Bindearm, i' Rundeisen zur Verhinderung des Ausweichens der Halme, e Drahtspule, m Spannrolle, n Drahtführungsrolle, p Zahnstange.

3. Das Trocknen der abgeschnittenen Frucht.

Selten ist das Getreide oder die abgeerntete Hülsenfrucht, der Raps, der Samenklee trocken genug, um gleich vom Feld weg ohne Schaden in den Hof und in die Scheune eingeführt zu werden. Häufig ist die Frucht überdies mit grünen Pflanzen (Gras, Unkraut) durchwachsen, welche gleichfalls vor dem Einführen getrocknet werden müssen. Das Trocknungsverfahren richtet sich ebensowohl nach der Beschaffenheit der Erntefrucht, als nach der jeweiligen Witterung. Das beste Verfahren ist jenes, welches nicht nur das Austrocknen des Getreides ꝛc. befördert, sondern auch Schutz vor Nässe, Sturm und Ausdörren gewährt.

Das schnellste Verfahren, welches aber nur bei vollreifem Getreide und sehr günstiger Witterung zur Ausführung gelangen kann, besteht im Liegenlassen der in Schwaden gemäheten Früchte, bis sie — bei wenig günstiger Witterung durch Wenden der Schwaden unterstützt — nach 2—3 Tagen zum Einführen geeignet sind. Gewöhnlich kommt diese Art zu trocknen bei der Ernte der Hülsenfrüchte, auch des Rapses zur Anwendung, obgleich auch diese Früchte, wie das Getreide, gebunden und aufgestellt werden.

Mehr Zeit, oft einige Wochen, beansprucht das Trocknen, wenn das Getreide gelbreif geschnitten, mit Unterwuchs versehen und die Witterung unsicher, kühl und feucht ist. In diesen Fällen darf das Getreide nur so lange in Schwaden oder in Fröschen liegen bleiben, bis der Unterwuchs so weit abgewelkt ist, daß er zäh geworden; das Getreide wird dann in Garben aufgebunden und zum Trocknen aufgestellt. Erlauben es die Beschaffenheit des Strohes und Unterwuchses, so wird das Getreide gleich nach dem Schnitt, ohne es erst in Schwaden liegen zu lassen, auf Strohbänder gelegt, gebunden und aufgestellt.

Das Binden der Garben mit Bändern meist von Roggenstroh, oder von Jutestricken (pro 1 000 Stück 1,5 m lang 11—16 *M.*), die 3—4 Ernten aushalten, von Manillahanf (16—20 *M.*), Kokosnußfaser (Coco Rope, 10—13 *M.*), Schilf, Weidenruten u. dgl., erleichtert das nachmalige Aufladen, Aufbewahren und Ausdreschen der Frucht. Ratsam ist es, die Strohbänder schon im Winter bei gelegener Zeit mit der Hand oder mit einer einfachen Strohseilmaschine anfertigen zu lassen. Eine Arbeiterin verfertigt in 10 Arbeitsstunden etwa 14—18 Schock Bänder, für jedes Schock sind ungefähr 11—14 kg Roggenstroh erforderlich. Vor der Anwendung befeuchtet man die Strohbänder mit Wasser, um sie biegsamer zu machen. Die einzelnen Gebunde macht man nicht über 15 kg schwer, da sonst ihre Handhabung durch ihr Gewicht erschwert wird. Je weniger trocken die Frucht und je feuchter die Erntezeit, um so mehr muß man, wegen des leichteren Abtrocknens, unter dieses Gewicht herabgehen und bei sehr feuchter Zeit, trotz Erhöhung des Arbeitsaufwandes, nur Garben von 4—6 kg zusammenbinden. Am entsprechendsten für eine leichte Handhabung und ein baldiges Austrocknen sind bei Wintergetreide Garbengrößen von 8—10 kg, bei Sommergetreide von 7—8 kg und bei Hülsenfrüchten von 5—6 kg.

Bei günstiger Witterung genügt es, das gebundene Getreide in Prismen zu je 8 bis 12 Garben zusammenzulegen, indem man senkrecht auf zwei mit den Ähren gegen einander gelegten Garben in der, in Fig. 144 angegebenen Weise je 4, 3, 2 und 1 Garbe reihenweise querüber legt.

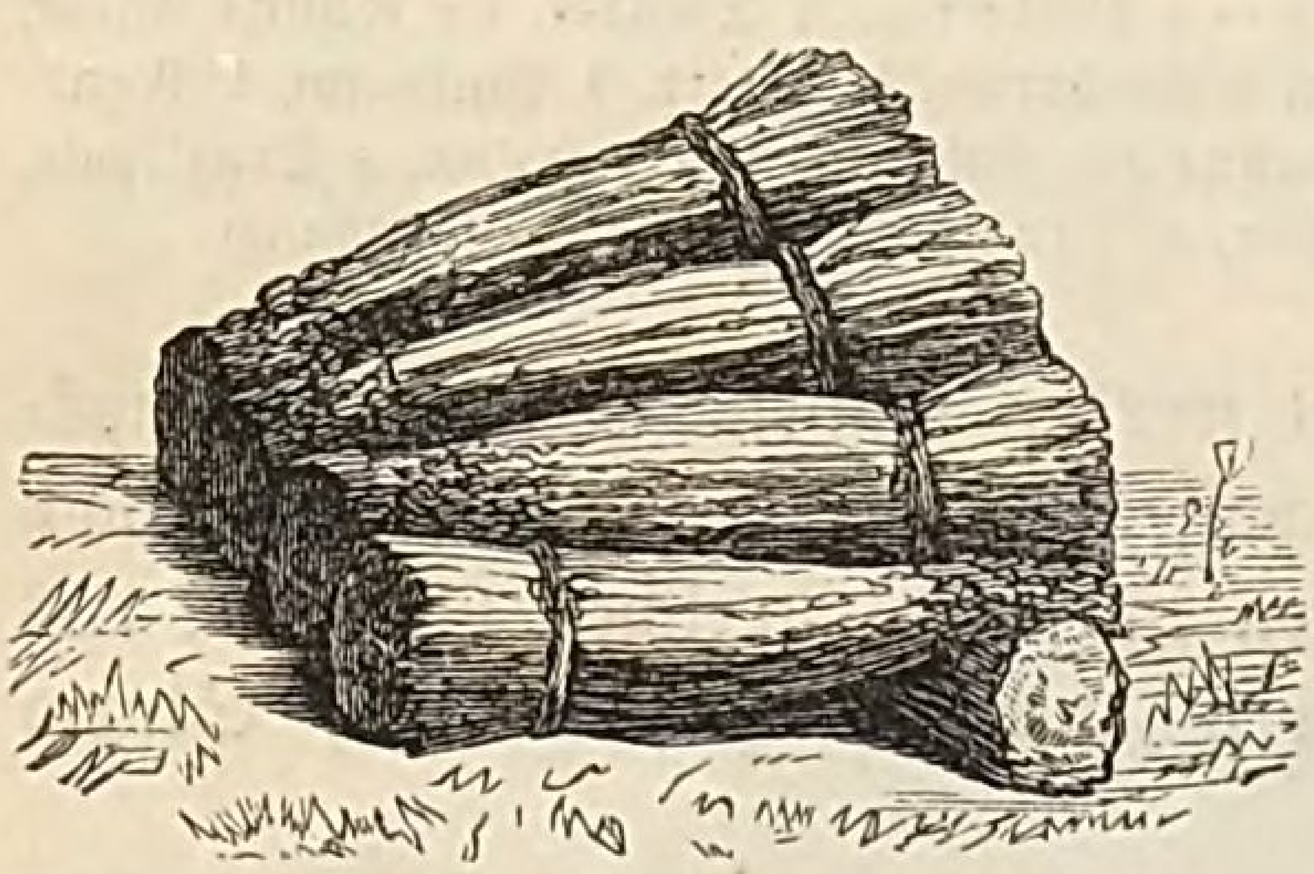


Fig. 144. Getreide-Prisma.

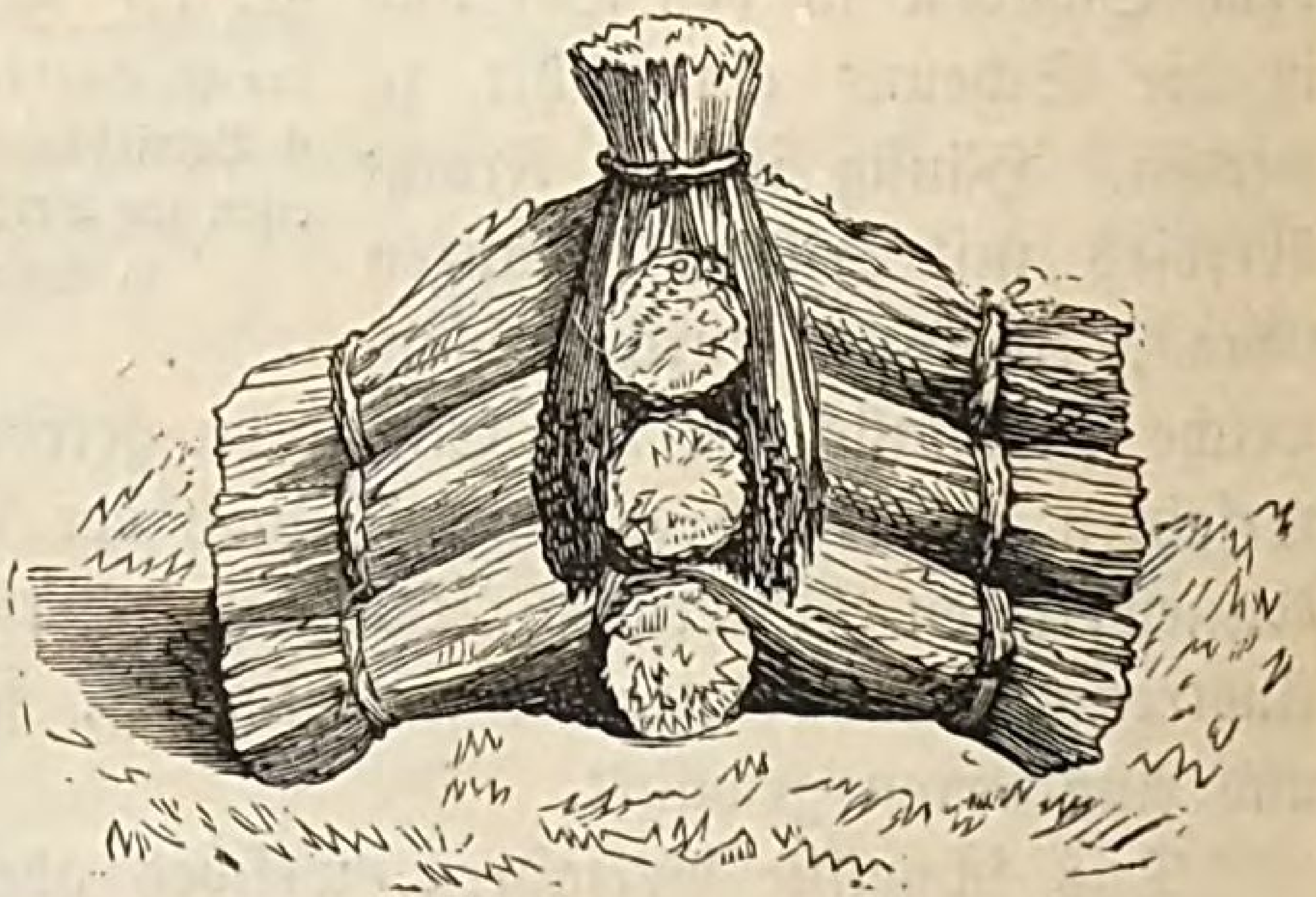


Fig. 145. Getreidekreuz.

Für unsichere Erntezeit geeigneter als die Prismenform ist die Aufstellung im Kreuz, Fig. 145. Bei der Herstellung derselben werden zuerst zwei Garben, Ähre auf Ähre gegen einander gelegt und dann zwei weitere Garben in gleicher Weise querüber ins Kreuz gelegt. Mit vier weiteren Garbenpaaren, deren Ähren gleichfalls übereinander greifen, werden die Arme des Kreuzes erhöht. Zum Schluß nimmt man eine etwas stärker gebundene Garbe, teilt sie vom Strohband ab in vier gleiche Büschel und setzt sie derart auf das Kreuz, daß die Ähren zwischen den Armen des Kreuzes herabhängen. Die auf einander gelegten Ähren sind durch die nach abwärts gerichteten Ähren der Schlußgarbe gegen Regen geschützt. Die Körner können gut nachreifen, und sind gegen das rasche Vertrocknen durch die Sonne gesichert, wodurch sich die Gefahr des Körnerausfalles vermindert. Bei der geschützten Lage der Ähren sind die Körner gegen das Ausschlagen durch den Wind gesichert. Das Stroh bleibt bei diesen Kreuzen licht; bei stärkerem Regen kann es jedoch, besonders an den Bandstellen bedeutend durchnäßt werden. Um auch die untersten, am Boden liegenden Garben zu schützen und leichter zum Aus-

trocknen zu bringen, pflegt man die Kreuze in einigen Gegenden Schlesiens auf Stangen ähnlich wie bei den Kleereitern, zu spießen, welche unten 50 cm vom Boden mit einem Querholz versehen sind, das als Auflager für die unterste Bodengarbe dient.

In feuchten Gegenden ist die Aufstellung in Puppen oder Hocken, Fig. 146, derjenigen in Kreuzen vorzuziehen. Bei dem Aufsetzen in Kreuzen läßt man die Garben einen Tag abliegen, während die Puppen gleich nach dem Schneiden aufgestellt werden können, da die Garben weniger groß gebunden werden. Ihre Aufstellung erfolgt in der Weise, daß um eine zur Vermehrung der Standfähigkeit etwas stärker gebundene Garbe im Kreis 6 bis 8 weitere Garben etwas abstehend aufgestellt werden, damit die Luft



Fig. 146. Getreidepuppe.

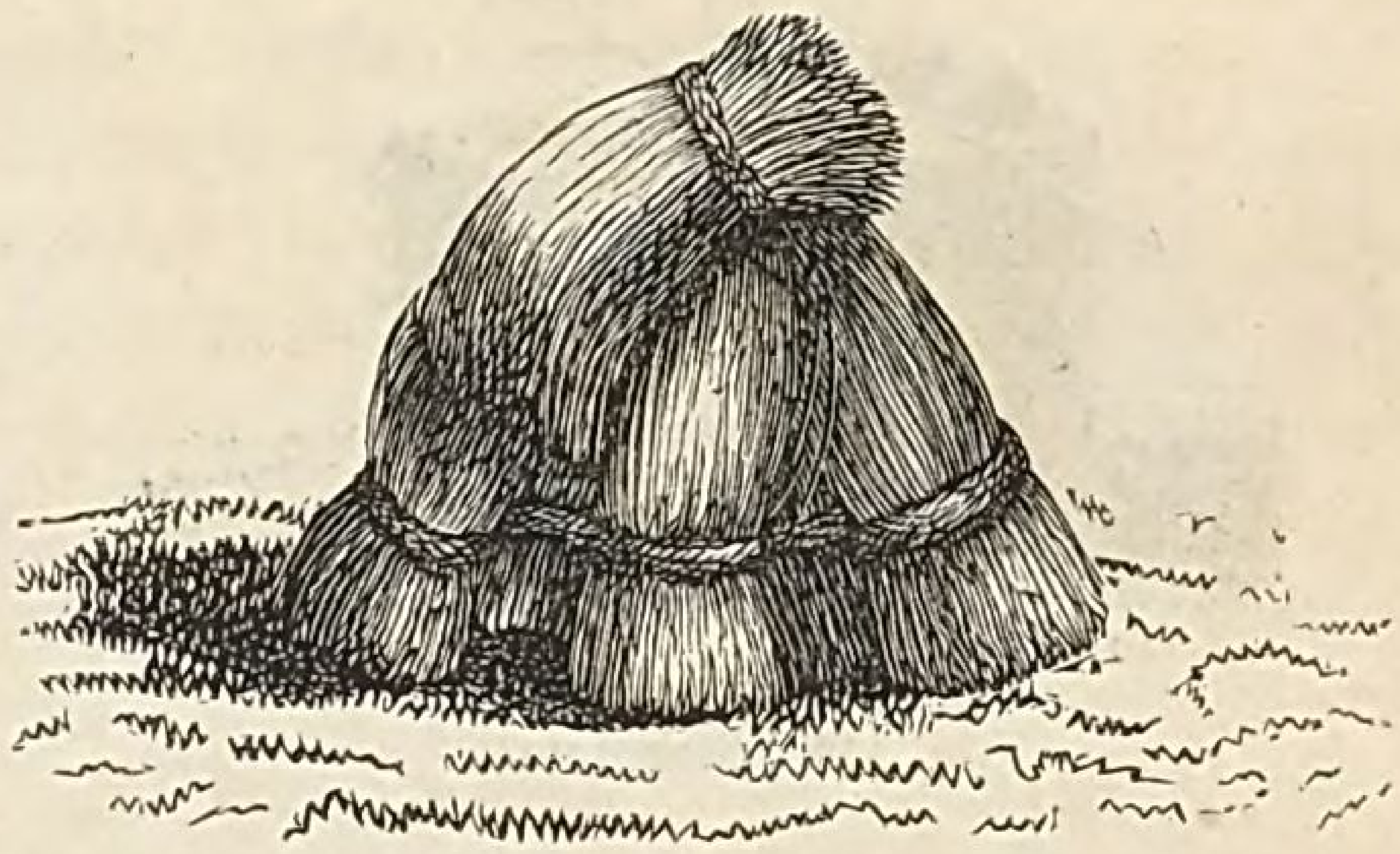
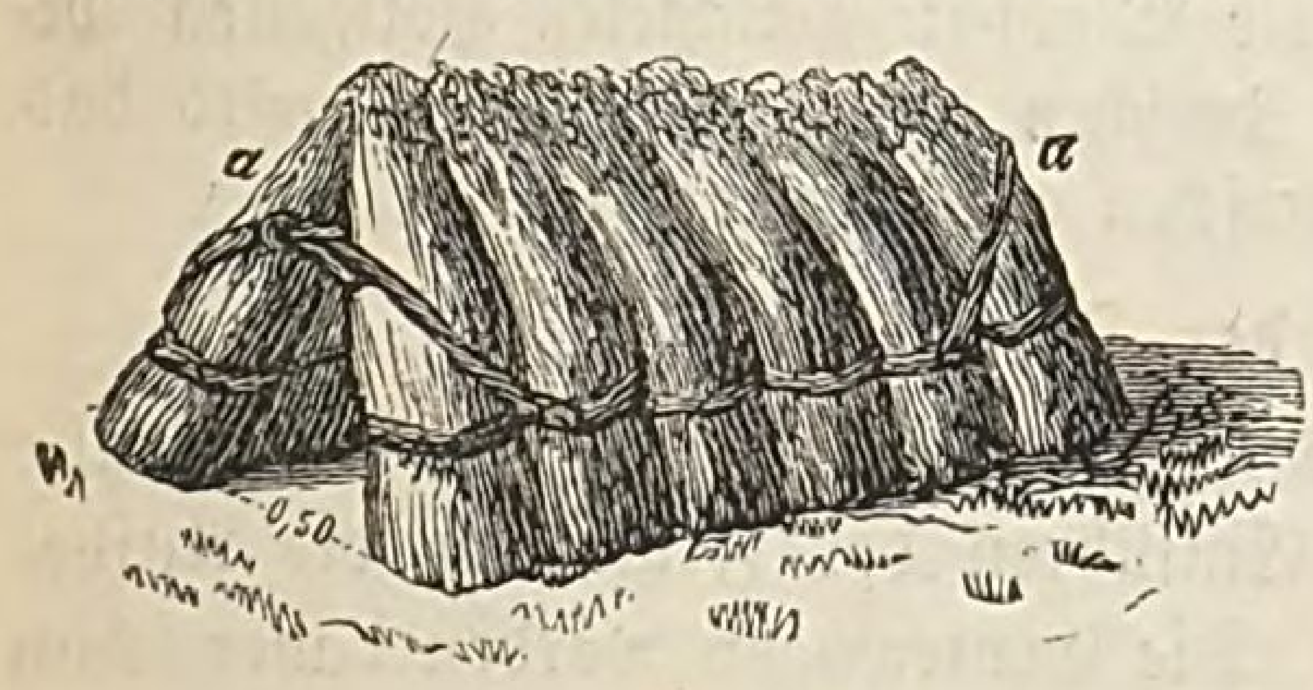


Fig. 147. Getreidehutmandel.

leichter durchziehen kann. Zum Schluß werden sämtliche mit ihren Ähren nach aufwärts gerichteten Garben mit einer stärker gebundenen Garbe, deren Stroh auseinander gebreitet wird, trichterförmig überdeckt.

Noch mehr Schutz als diese Puppen gewähren die in Böhmen gebräuchlichen, ähnlichen Hutmandeln, Fig. 147. Dieselben werden von einer in der Mitte stehenden Garbe gebildet, an welche 2mal übereinander, je 4 Garben kreuzweise angelehnt werden. Die aufwärts gerichteten Ähren sämtlicher Garben erhalten dann durch eine querüber gegen die herrschende Windrichtung gelegte Garbe (Hut), welche knapp vor den Ähren im Stroh eingeknickt wird, Schutz vor dem Regen. Das Aufstellen derselben erfolgt rasch, da eine Person neben dem Garbenbinden bis 40 solcher Mandeln im Tag aufrichten kann. In Puppen oder Hutmandeln wird das Getreide sicher nachreifen können und gegen den



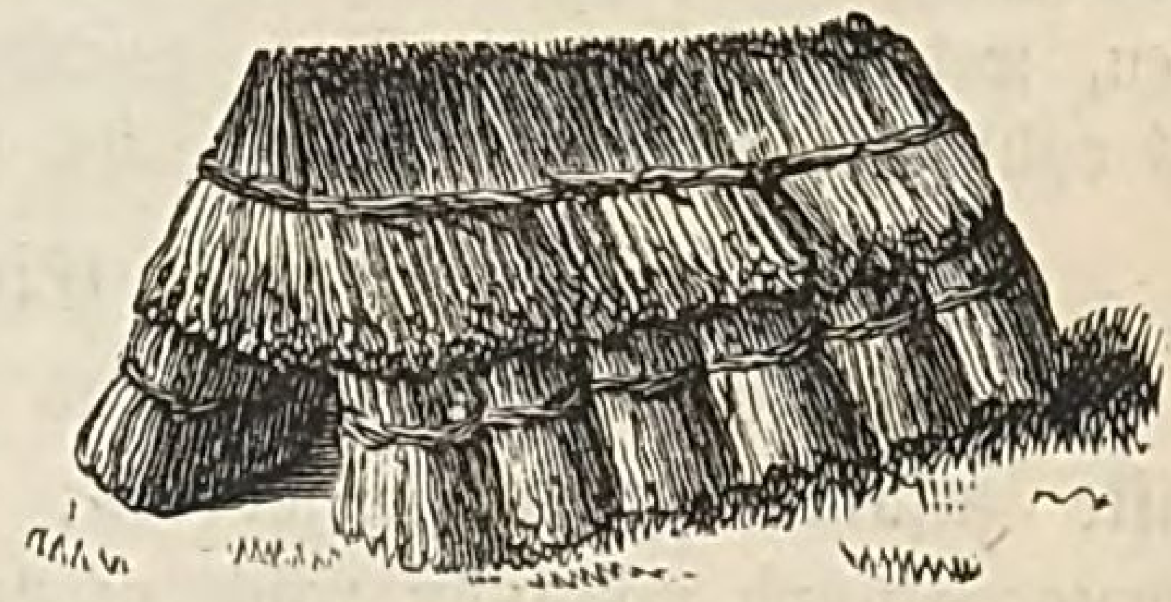


Fig. 148 und 149. Aufstellung des Getreides in Zeilen.

Regen am besten geschützt sein. Dieselben sind aus kleinen Garben gebildet, können daher, wenn durchnäßt, bei ihrer luftigeren Zusammenstellung schnell wieder abtrocknen, ohne daß die Körner durch Auswachsen der Keime oder das Stroh durch Veränderung der Farbe und des Gebrauchwertes Schaden genommen haben.

Kurzhalmiges Getreide, wie Gerste, Hafer, läßt sich weniger gut in Puppen und Mandeln aufstellen. Für diese Früchte gelangt die Aufstellung in zwei dachförmig gegen einander gestellten Zeilen, Stiegen, Fig. 148 und 149, zur Ausführung, wenn man nicht vorzieht, dieselben in Schwaden zu trocknen, nach Bedarf zu wenden und dann erst

vor dem Einführen zu binden. Zur Erhöhung der Standfähigkeit können die beiden seitlichen Garben, an den Enden der Reihe, mit einem Band, Fig. 148 a a, umschlungen und zur Vermehrung des Schutzes die ganze Zeile mit einem Dach, Fig. 149, von geöffneten Garben bedeckt werden.

Das Binden nach dem Trocknen kommt am häufigsten bei solchen Früchten zur Ausführung, die wie Raps und andere Ölfrüchte durch rasches Austrocknen dem Körnerausfall sehr ausgesetzt wären. Die Aufstellung

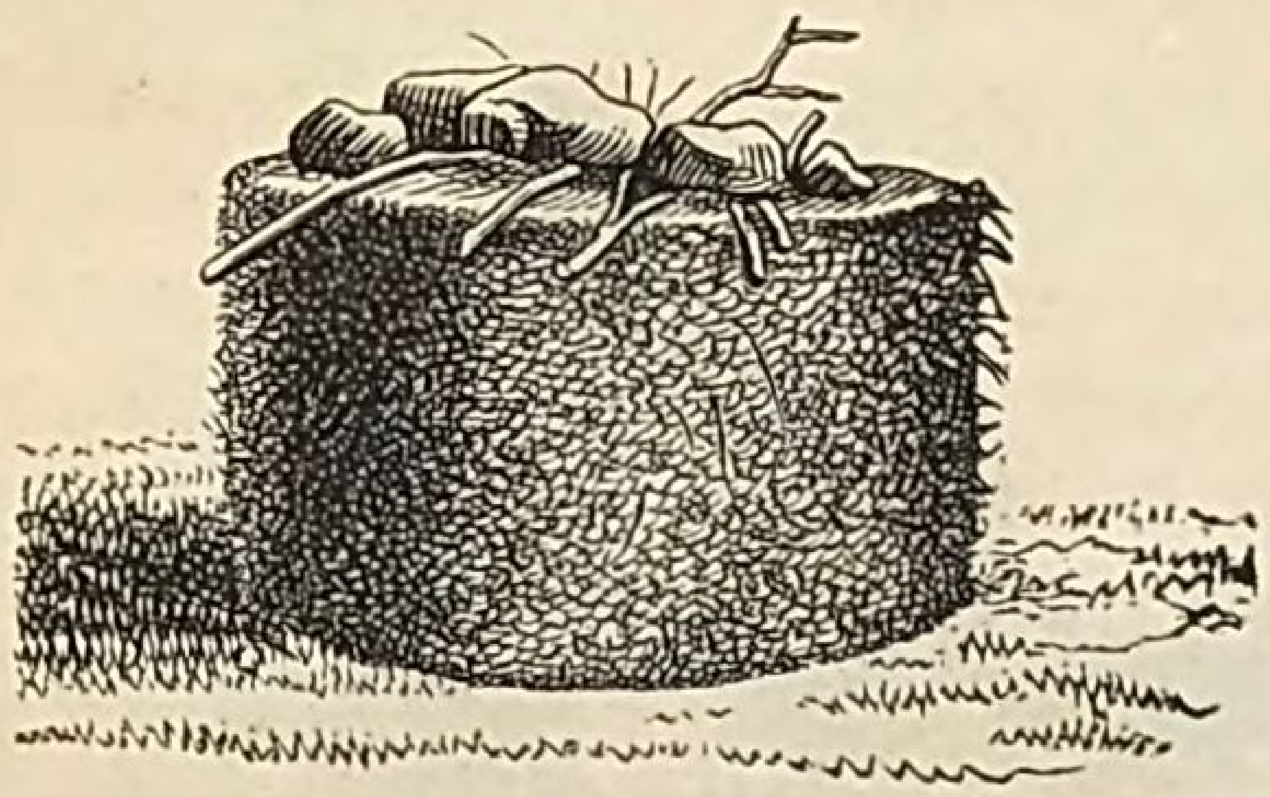


Fig. 150. Rapskasten.

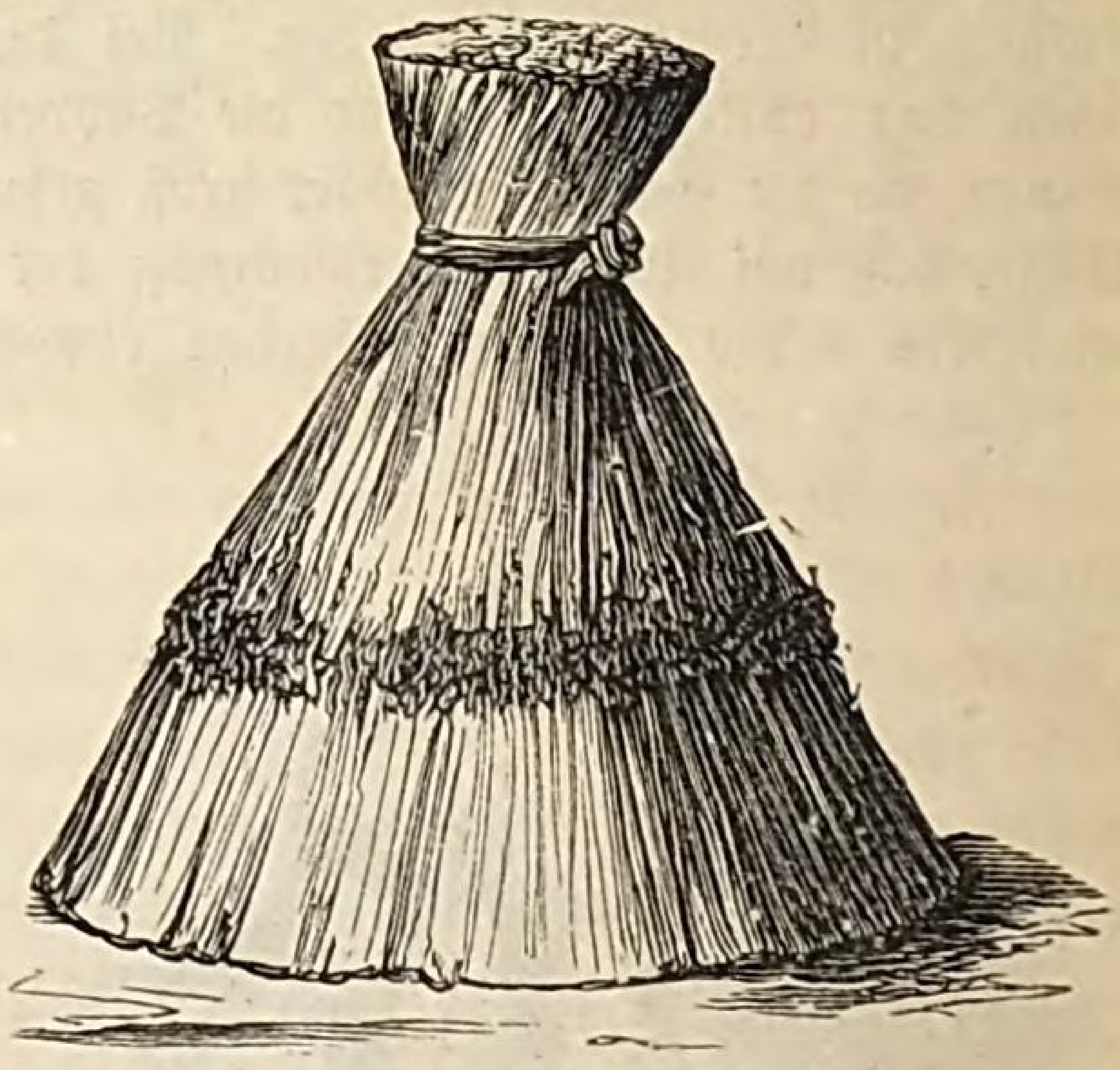


Fig. 151. Getreidekasten.

der ungebundenen Frucht erfolgt in sog. Kasten, Diemen, Fig. 150. Bei deren Anfertigung legt man die Rapspflanzen, die Schoten nach innen, die Stengelenden nach außen auf einen kreisförmigen Haufen, welcher zur Sicherung gegen das Abheben durch den Wind mit aufgelegten Stangen, Steinen u. dgl. beschwert wird. Bei Getreide bildet man die Kasten in der Art, daß man aus einer 5—6 Garben im Gewicht von je 10 kg entsprechenden Menge von Pflanzen einen Kegel, Fig. 151, aufrichtet, welcher unterhalb der nach aufwärts gerichteten Ähren mit einem Strohband gebunden wird. Auf diesen Haufen stülpt man zum vollkommneren Schutz eine nach unten geöffnete Garbe. Diese Aufstellung des Getreides empfiehlt sich besonders für solche Gegenden, welche während der Erntezeit anhaltenden Regenfällen ausgesetzt sind, oder für Getreide mit sehr reichlichem, grünem Unterwuchs.

Für sehr feuchte Gebirgsgegenden eignen sich die in den steierischen und kärntnerischen Alpengegenden gebräuchlichen Stangengerüste, Getreideharfen, welche aus einem mit vielen Querstangen verbundenen, hohen, gegen die Windseite gerichteten Holzgestell bestehen, welches durch ein Dach geschützt wird. Zwischen den Harfensprossen wird das nicht vollkommen trockene Getreide bis zum Ausdreschen aufgehängt.

4. Das Einführen der Frucht.

Ist die Frucht getrocknet und günstiges Wetter eingetreten, so müssen alle Kräfte zusammengehalten werden, um das Einführen der Frucht in die Aufbewahrungsräume möglichst rasch zu vollenden. Die Erntewagen werden daher schon vorher in Stand zu setzen, erforderlichen Falls mit Ernteleitern zu versehen sein. In die Erntewagen legt man, besonders bei dem leicht ausfallenden Raps, große Tücher, um die während des Auf- und Abladens ausfallende, schönste Frucht nicht zu verlieren. Je nach der Entfernung des Feldes vom Hof werden täglich 4 bis 6 Fuhren Getreide mit einem Gespann eingeführt werden können. Eine wesentliche Beschleunigung des Einführens kann erzielt werden, wenn man während des Aufladen eines Wagens mit dem Gespann einen bereits geladenen, zweiten Wagen einführt, oder sog. Wechselwagen benutzt, von welchen man für je zwei Gespanne drei Wagen rechnen kann. Von Handarbeitern benötigt man für jeden in der

Ladung begriffenen Wagen zwei Auflader, von welchen der eine der Knecht sein kann und 2—4 Garbenzureicher. Eine Person kann pro Tag ungefähr 50—60 Mandeln Wintergetreide und 80—100 Mandeln Sommergetreide laden. Zum Abladen in der Scheune sind eben so viele Leute, als wie zum Aufladen erforderlich. Vor dem Einlagern des Getreides in die Scheune oder vor dem Aufsetzen in Tristen wird auf dem Boden Stroh aufgelegt, damit die Ähren nicht unmittelbar auf die Erde zu liegen kommen.

5. Das Aufbewahren der Frucht.

Bei der Aufbewahrung der eingebrachten Früchte handelt es sich darum, dieselben vor jedem Verlust und vor dem Verderben zu schützen und so unterzubringen, daß ihre weitere Benutzung und Bearbeitung anstandslos erfolgen kann. Gewöhnlich wird dies durch das Unterbringen des Getreides entweder unter Dach in Scheunen, Scheuern, Schoppen, Stadeln oder ähnlichen Gebäuderäumen oder im Freien in sog. Mieten, Tristen, Feimen, Schobern zu erreichen gesucht.

Litteratur: L. v. Tiedemann, Das landw. Bauwesen. Halle 1882; F. Jummerspach, Die landwirtschaftliche Baukunde. 2. Afl. Wien 1881; F. Engel, Handbuch des landw. Bauwesens. 6. Aufl. Berlin 1879; F. C. Schubert, Handbuch der landw. Baukunde. 4. Aufl. Berlin 1879.

In gedeckten Räumen ist das Getreide jedenfalls am sichersten aufgehoben; Verluste durch Vögelfraß, Diebstahl, selbst durch Feuer werden leichter abzuwehren sein. Bei guter Scheunenanlage wird das Einfahren, Abladen und Ausdreschen

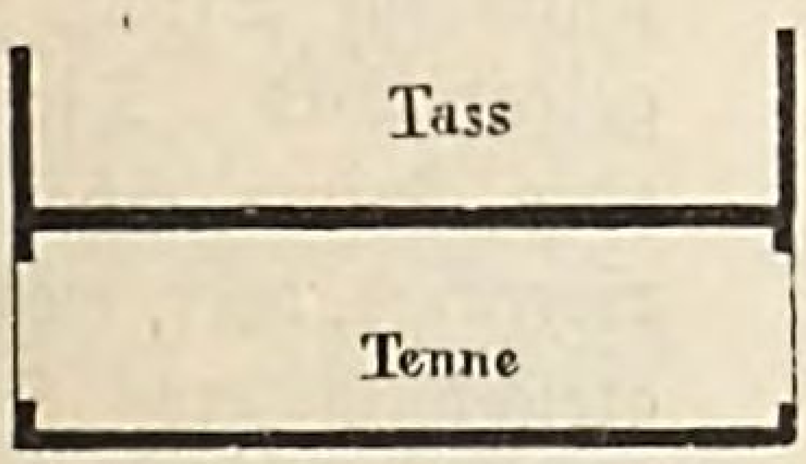


Fig. 152. Seitenquertenne.

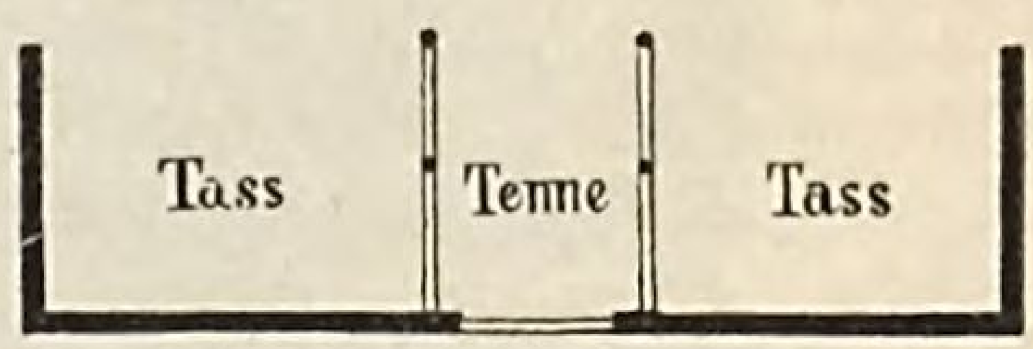


Fig. 153. Mittellangtenne.

der Frucht bequemer und unter leichterer Aufsicht auszuführen sein. Eine gute Lage der Scheune, eine zweckmäßige Anordnung der Bansen (Taße, Aufbewahrungsräume) und Tennen (Diele, Flur, Dreschraum) wird in dieser Beziehung eine wesentliche Vereinfachung und Erleichterung der Arbeit ermöglichen. Aus diesem Grunde findet man zuweilen bei abschüssigem Terrain die Zufahrt zur Tenne zur Erleichterung des Abladens an der Giebelseite in halber Scheunenhöhe angelegt. Bei der gewöhnlichen Anordnung verläuft die Tenne in einer Breite von 4,5—5,5 m parallel dem Giebel — Quertenne Fig. 152 — oder der Front der Scheune — Langtenne Fig. 153 — und zwar in einer Höhe, welche das Einfahren des vollbeladenen Wagens gestattet. Gegen den Bansen zu werden die Tennen 1,25 m hoch mit Brettern verschallt, über denselben ein Sturzboden gelegt, damit auch der Dachraum zum Einpansen benutzt werden kann.

Als ungefährer Anhaltspunkt für den Bedarf von Scheunenraum zur Aufbewahrung der Ernte können folgende Zahlen dienen: für jedes kg Garbengewicht sind 0,016 cbm Scheunenraum erforderlich, daher für ein 125 kg schweres Mandel zu 13 Garben Wintergetreide 2 cbm, für ein 112,5 kg schweres Mandel Sommergetreide 1,77 cbm, im Durchschnitt pro Mandel 1,89 cbm. Je 800 Mandeln

beanspruchen eine Tenne und 1 365 cbm Bansenraum; sollen auf dieser Tenne die aufbewahrten 800 Mandeln rechtzeitig mit der Hand ausgedroschen werden, so muß dieselbe wenigstens bei einer Breite von 5,5 m 8 m lang sein, es können dann im Notfall auch zwei Erntewagen hintereinander stehend abgeladen werden, vorausgesetzt, daß das Scheunenthor 4,5 m hoch und ebenso breit ist.

Nach der preußischen Ministerial-Verordnung vom 9. Januar 1871 sind durchschnittlich auf 100 Garben Wintergetreide 12,4 cbm, Sommergetreide 10,8 cbm und auf eine 4spännige Fuhre Erbsen, Wicken 18,5 cbm zu rechnen. 1 Schock Garben à 10 kg erfordert von Weizen und Roggen 7,4 cbm, von Gerste und Hafer 6,5 cbm Raum.

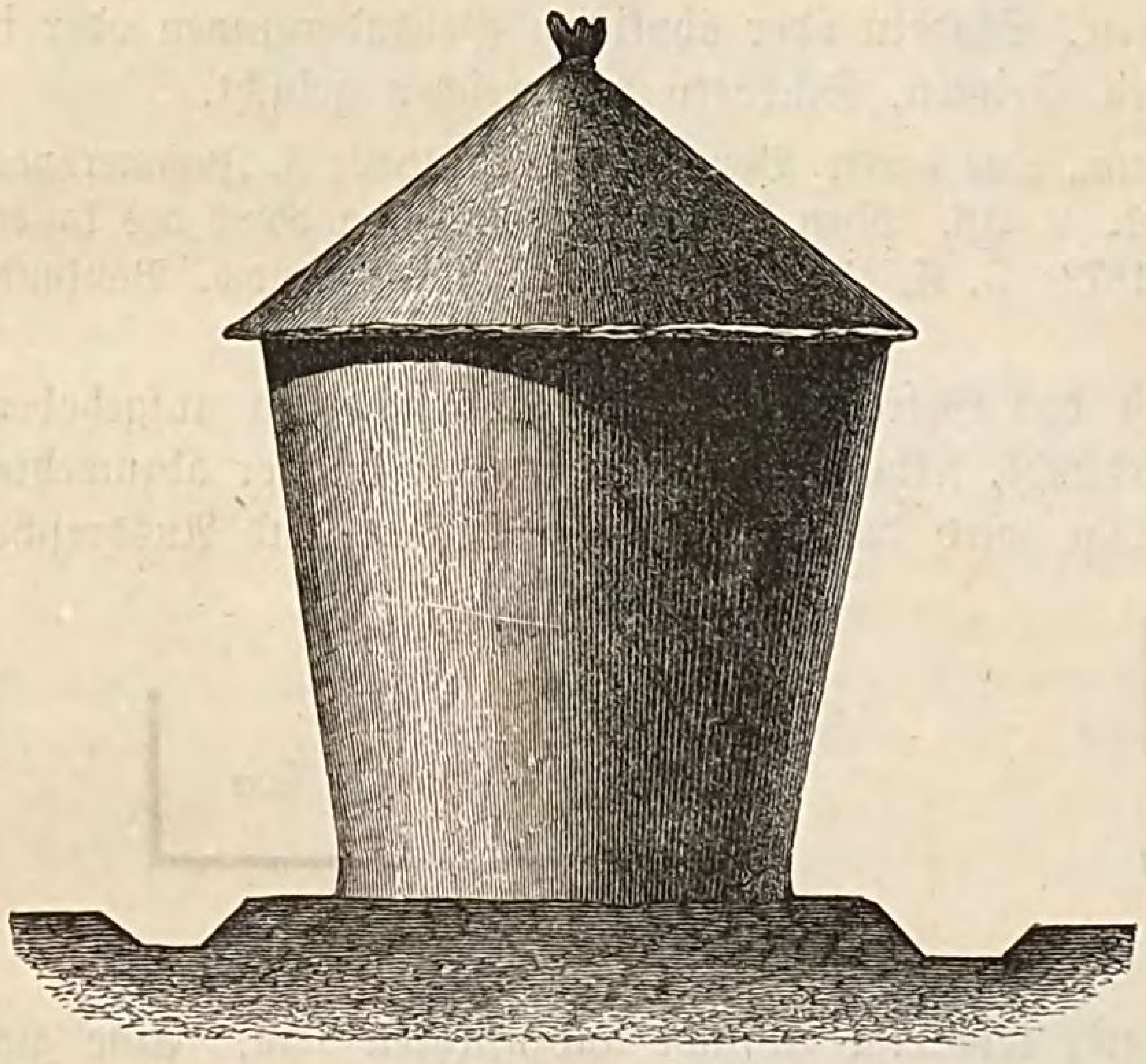


Fig. 154. Getreidetriste.

Für reiche Ernten wird der für gewöhnlich vorhandene Scheunenraum nicht ausreichen, da man sich bei der Kostspieligkeit desselben — 10 cbm Raum bei Schindeldach kosten ungefähr 20—24 ℳ, 10—12 fl. — nur für eine Mittelernte vorsehen wird. Für diese Fälle wird das in der Scheune nicht unterzubringende Getreide in **Tristen**, Fig. 154, aufgesetzt. Als Standort der Triste wähle man einen trockenen, vorher geebneten Platz, auf dem zur Abhaltung der Feuchtigkeit als Unterlage Stroh, Reisig gelegt wird. Die Triste oder Feime erhält eine viereckige, oder, wegen des gleichförmigeren Setzens, eine runde Grundfläche. Zur Vermeidung großer Dachflächen macht man sie höchstens 7,5—9,5 m breit. Bei dem Aufsetzen der Triste legt man das Getreide auf den gereinigten und geebneten Platz mit den Sturzenden nach außen, mit den Ähren nach innen. Das Aufsetzen erfordert große Aufmerksamkeit und Geschick, wenn sich durch das nachmalige Setzen des Getreides die Tristenform nicht verändern soll. Das Dach der Feime wird mit losem Stroh oder mit dachziegelförmig übereinander gelegten Strohgebunden eingedeckt und durch Strohseile, welche mit Holznägeln festgehalten werden, oder durch Beschweren mit Steinen und Balken vor dem Abheben durch den Wind geschützt. Die Seitenflächen wird man stets zum besseren Schutz gegen den Regen einziehen, scharf abrechen und mit dem Strohmesser glatt abschneiden, damit das Regenwasser leichter ablaufen kann und die Vögel nicht durch lose heraushängende Ähren herbeigelockt werden. Zum Schluß wird die Triste zur Ableitung des Regenwassers mit einem kleinen Graben umgeben, dessen Erdaufwurf an die Triste gelegt wird. Kleinere Tristen erhalten durch Aufstellung eines an hohen Pfeilern verschiebbaren, leichten Daches noch mehr Schutz gegen die Witterung, besonders

dann, wenn die zum Dreschen in Angriff genommene Triste von einem Regenfall betroffen wird. Wo Mäuseschaden zu befürchten ist, wird man sich durch die erhöhte Aufstellung der Tristen oder Feimen auf hölzerne oder eiserne Gerüste zu sichern trachten. Die hölzernen Feimengerüste, Fig. 155, bestehen aus Langhölzern l, welche auf gemauerten Kegeln k aufgelegt werden. Zwischen den Langhölzern werden Latten r gelegt, welche vor Aufführung der Feime mit einer Stroh- oder Reisigschichte überdeckt werden. Noch zweckmäßiger sind die eisernen, zerlegbaren Feimengerüste, Fig. 156, welche auf Säulchen mit glockenförmigem Hut gelegt werden, um die Mäuse abzuhalten. In Böhmen[1]) verwendet man 30 cm hohe Streifen aus Mauerwerk, welche zur Ermöglichung des Luftzuges in entsprechender Entfernung von einander gerückt sind.

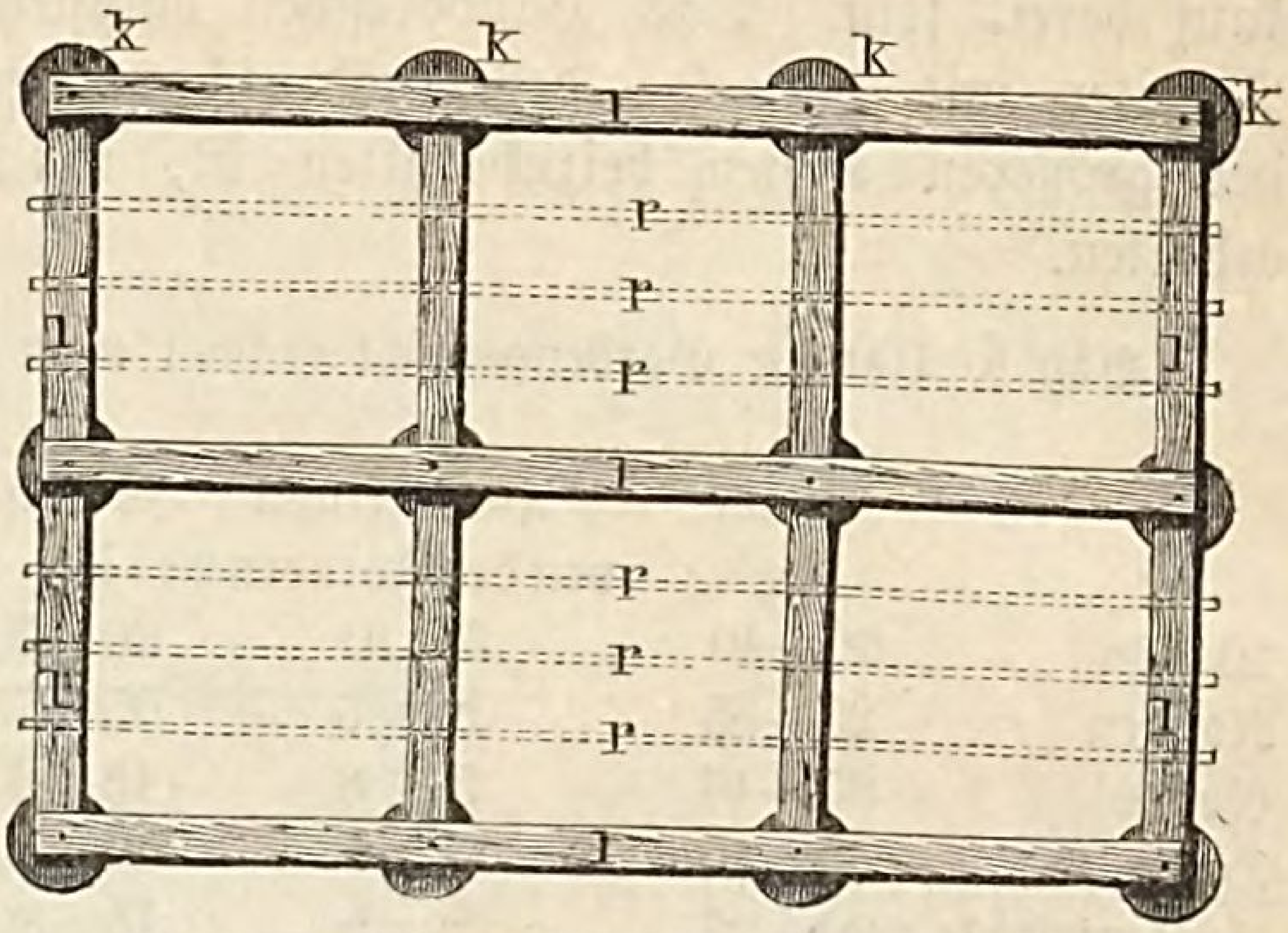
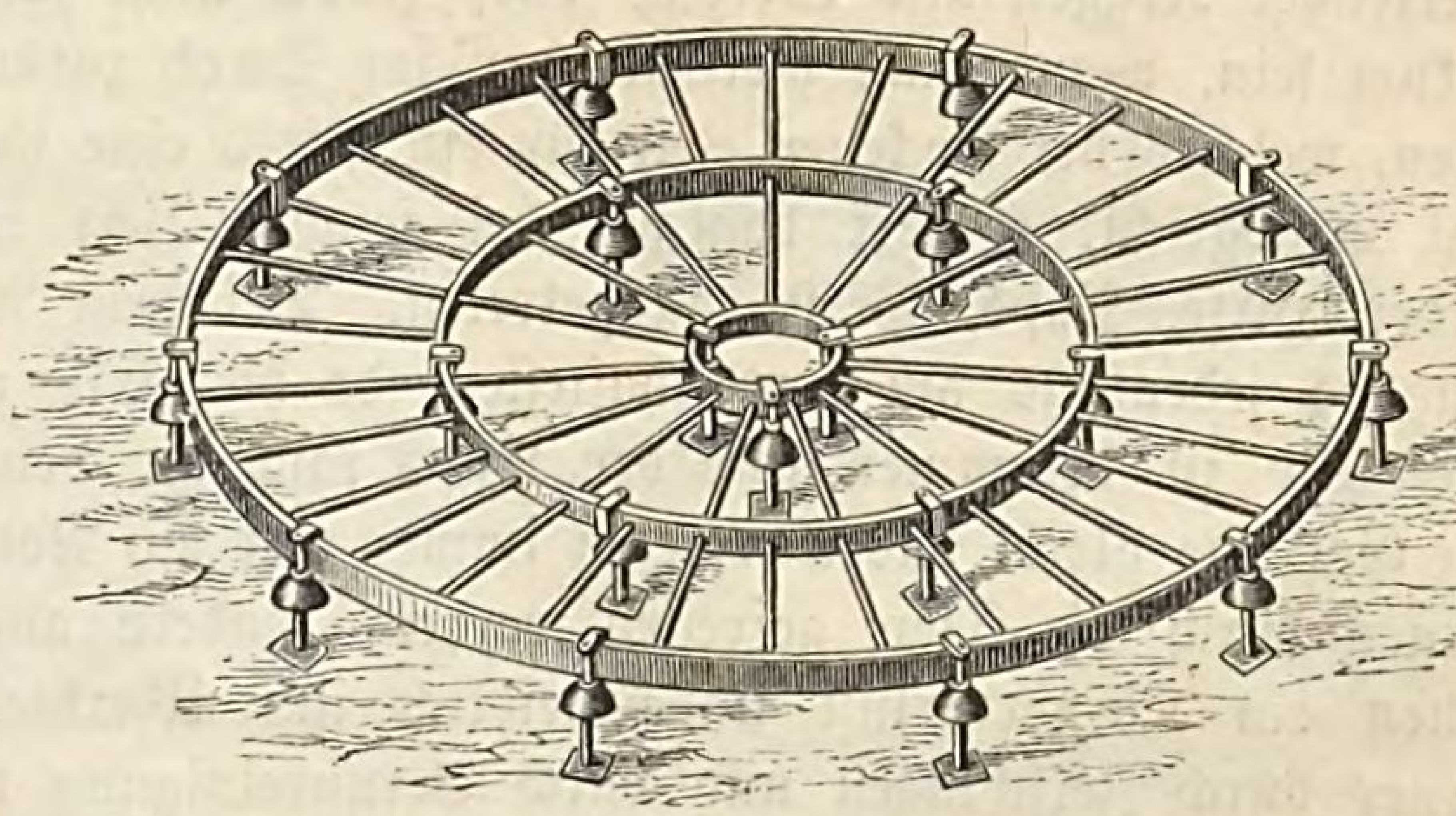


Fig. 155. Hölzernes Feimengerüst (s. d. Text).

Im Vergleich zur Scheune verlangen die Feimen mehr Arbeitsaufwand, da das Getreide, sofern man nicht eine transportable Dampfdreschmaschine benutzt, zum Ausdreschen ein zweites Mal aufgeladen und zur Tenne geführt werden muß. Vielfach wird es daher am wirtschaftlichsten sein, wenn man Scheunen und Feimen zur Aufbewahrung verwendet. In der Scheune wird dann das Sommergetreide, vorerst Gerste und Erbsen untergebracht, während das Wintergetreide, welches weniger dem Körnerausfall ausgesetzt ist, in Tristen aufgestellt wird.


Fig. 156. Eisernes Feimengerüst. — Preis bei 5,5 m Durchmesser 216 *M*, 108 fl.

6. Das Ausbringen der Körner aus dem Stroh.

Zum Ausbringen der Körner aus dem Stroh mit der Hand verwendet man den Dreschflegel oder die Dreschstange. Bei unachtsamer Führung dieser Handgeräte und bei dem Unterlassen öfteren Wendens der Frucht während des Dreschens bleiben viele Körner im Stroh zurück. Dabei ist die tägliche Leistungsfähigkeit eines Dreschers eine geringe; dieselbe beträgt bei langstrohigem Wintergetreide 1,25—1,85 hl, bei kurzem Sommergetreide je nach der Schüttung 1,85

[1]) G. Krafft, Ein Großgrundbesitz der Gegenwart. Wien 1872, S. 275.

bis 2,5 hl. Mit dem Ausdreschen der gesamten Ernte wird man daher den ganzen Winter über zu thun haben, die Frucht wird nicht jeder Zeit zum Verkauf bereit sein. Das Handdreschen empfiehlt sich deshalb nur dort, wo sich die Arbeiter mit $^1/_{15}$—$^1/_{16}$ des Ausdrusches begnügen, oder wo dasselbe ungeachtet der größeren Kosten beizubehalten ist, um die Arbeiter für den Sommer zu erhalten.

Von je 100 kg Garbengewicht rechnet man beim Dreschen:

	Körner kg	Hinterfrucht von den Körnern %	Stroh kg	Überkehr und Spreu vom Stroh %	Durchsch. Verhältnis von Körner zu Stroh
Weizen	30—40	5—10	60—70	11—16	1:2
Roggen	25—35	5— 6	65—75	5— 6	1:2
Gerste	35—45	5— 8	45—65	16—18	2:3—1:1
Hafer	30—40	5	60—70	9	2:3—1:1
Hülsenfrüchte	20—25	5	75—80	25—30	1:3—4

Um die Körner schneller zu gewinnen, können dieselben zur Not von Pferden oder Ochsen ausgetreten, oder durch Überfahren mit Walzen ausgebracht werden. Das Austreten nimmt man gewöhnlich, wie z. B. in Ungarn auf einem im Felde selbst hergerichteten Tretplatz vor. Das Getreide, besonders schwerer auszutretender Roggen und Weizen, darf jedoch nicht zäh, sondern muß gut ausgetrocknet sein, wenn nicht viele Körner im Stroh zurückbleiben sollen. Das Austreten, welches bei trockener Zeit für ein Pferd eine tägliche Leistungsfähigkeit von 5 hl ermöglicht, fördert dagegen bei feuchter Zeit nur wenig. Am leichtesten werden Hirse, Raps, Gerste ausgetreten. Bei dem Raps ist diese Art des Ausbringens jedenfalls am vorteilhaftesten, da hier Eile not thut, um die Scheunen bald leer zu bekommen und den Raps rasch auf den Markt bringen zu können. Für Getreide bleibt das Austreten immer nur ein Notbehelf, da nicht nur manche Körner durch die Tiere gefressen werden, sondern auch durch mangelhaftes Entkörnen ein Körnerverlust unvermeidlich ist. Überdies leidet die Qualität der Körner durch Zerschlagen und durch Verunreinigung von Seite der Tiere. Das Stroh wird stärker zerbrochen.

Wegen der Unzulänglichkeit des Austretens und nachdem der Handdrusch mit dem Flegel viele Zeit beansprucht, kommt das Dreschen mit der Maschine immer mehr in Aufnahme. Durch die Dreschmaschine wird das Ausbringen der Körner aus dem Stroh bei weniger Aufsichtskosten nicht nur billiger, sondern auch vollkommener und viel schneller ausgeführt. Bei geringen Fruchtmengen reicht eine Handdreschmaschine aus. Dieselbe erfordert bei einer täglichen Leistungsfähigkeit von 9,25—12,5 hl Körner 6—8 Personen zur Bedienung. Da dieselbe nicht mehr leistet, als wenn die zur Bedienung erforderlichen Personen mit dem Flegel dreschen würden, so geht allerdings der Vorteil der Arbeitsersparung verloren, dagegen erübrigt noch der Vorteil des reineren Ausdreschens. Eine erhebliche Arbeitsersparnis tritt erst bei Anwendung von zwei- und mehrpferdigen Göpeldreschmaschinen oder von Dampfdreschmaschinen ein, welche unter einem das Getreide auch putzen und sortieren. Eine zweipferdige Göpeldreschmaschine drischt mit einer Bedienung von 6—7 Personen, zu welchen noch zwei weitere Personen zum Betrieb einer Putzmühle kommen, in 9—10 Stunden 900 bis

1 000 Garben Wintergetreide zu 6—7 kg Gewicht, welche bei guter Schüttung 28—37 hl Körner geben können, oder 1 000—1 200 Garben Sommergetreide. Eine achtpferdige Lokomobil-Dreschmaschine, die 15—20 Personen zur Bedienung verlangt, liefert dagegen 110—220 hl.

Für Landwirte, welche zum Ankauf einer Dreschmaschine kein Kapital verfügbar oder nur kleinere Fruchtmengen auszudreschen haben, empfiehlt sich der genossenschaftliche Ankauf und die gemeinschaftliche Benutzung einer Dreschmaschine, damit sie an den Vorteilen des Maschinendrusches Teil nehmen können, wenn sich nicht etwa die günstige Gelegenheit bietet, das Getreide durch einen Unternehmer gegen Lohn oder Anteil ausdreschen zu lassen.

7. Die Dreschmaschine.

Das Ausdreschen der Körner durch die Maschine erfolgt bei dem schottischen oder Meikle'schen System durch Erschüttern und Stoßen, und bei dem amerikanischen oder Moffitt'schen System durch Ausstreifen der Halme. Bei beiden Systemen besteht der wirksame Teil aus einer Trommel, welche in einem bestimmten Abstand und zu einem gewissen Teil des Umfanges von einem Mantel (Korb) umgeben ist. Der Mantel ist feststehend, die Trommel wird durch einen Motor in Bewegung gesetzt. In den Zwischenraum beider wird das zu entkörnende Getreide eingelegt.

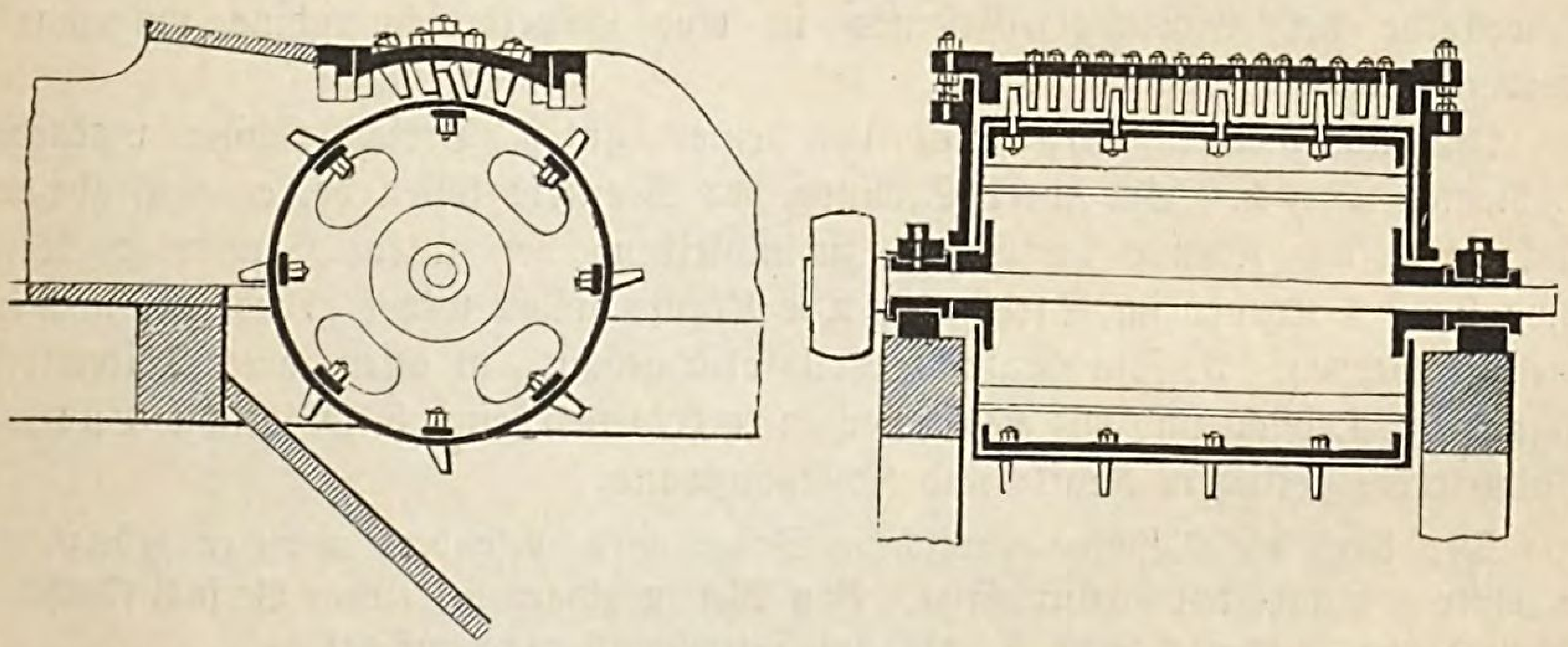


Fig. 157 und 158. Seitenansicht und Längendurchschnitt des amerikanischen Dreschapparates. — Die Trommel besitzt in 8 Reihen 32 schraubenförmig verteilte Stifte, der Korb in 4 Reihen 46 Stifte.

Bei dem amerikanischen System, Fig. 157 und 158, ist die Trommel und der Mantel mit 32—48 resp. 30—46, radial oder etwas zurück stehenden, vierkantigen, geschmiedeten, 4,5—6 cm langen Stiften besetzt, welche derart angeordnet sind, daß sie knapp aneinander vorbeipassieren und dadurch die Körner aus den dazwischen befindlichen Getreidehalmen ausstreifen.

Bei dem schottischen System, Fig. 163, S. 276, sind die Trommel und der Mantel parallel zur Trommel-Achse mit Schlagleisten ausgerüstet. Das in den Zwischenraum eingelegte Getreide wird bei diesem System durch den Stoß entkörnt. Damit dieser möglichst wirksam sei, muß das Getreide bei seiner geringen Masse mit großer Geschwindigkeit von der rotierenden Trommel gegen die Leisten des Dreschmantels geworfen werden.

Bei beiden Systemen wird das Getreide gewöhnlich mit den Ähren voran eingelegt. Das entkörnte Stroh gelangt vielfach gebrochen als Wirrstroh aus der Maschine. Bei den seltener angewendeten Breitdreschmaschinen erhält man das Stroh auch als Langstroh. Bei diesen Maschinen wird die Trommel so breit konstruiert, daß die Halme parallel zur Trommelwelle eingeführt werden können.

Je nach der Art der Betriebskraft unterscheidet man: Hand-, Göpel- und Dampfdreschmaschinen, welche entweder transportabel, oder feststehend eingerichtet werden können. Hand- oder Göpeldreschmaschinen werden meistens nur zum Entkörnen verwendet, während die sogenannten kombinierten Dampfdreschmaschinen auch mit einem Apparat zum Reinigen und Sortieren der Körner ausgestattet werden. Den geringsten wirtschaftlichen Wert besitzen die Handdreschmaschinen. Sehr empfehlenswert ist die Stiften-Handdreschmaschine von Clayton & Shuttleworth—Wien, Fig. 159, welche durch Versetzen der Antriebswelle auf die mittlere Querstrebe des Eichenholz-Gestelles in eine Göpeldreschmaschine umgewandelt werden kann.

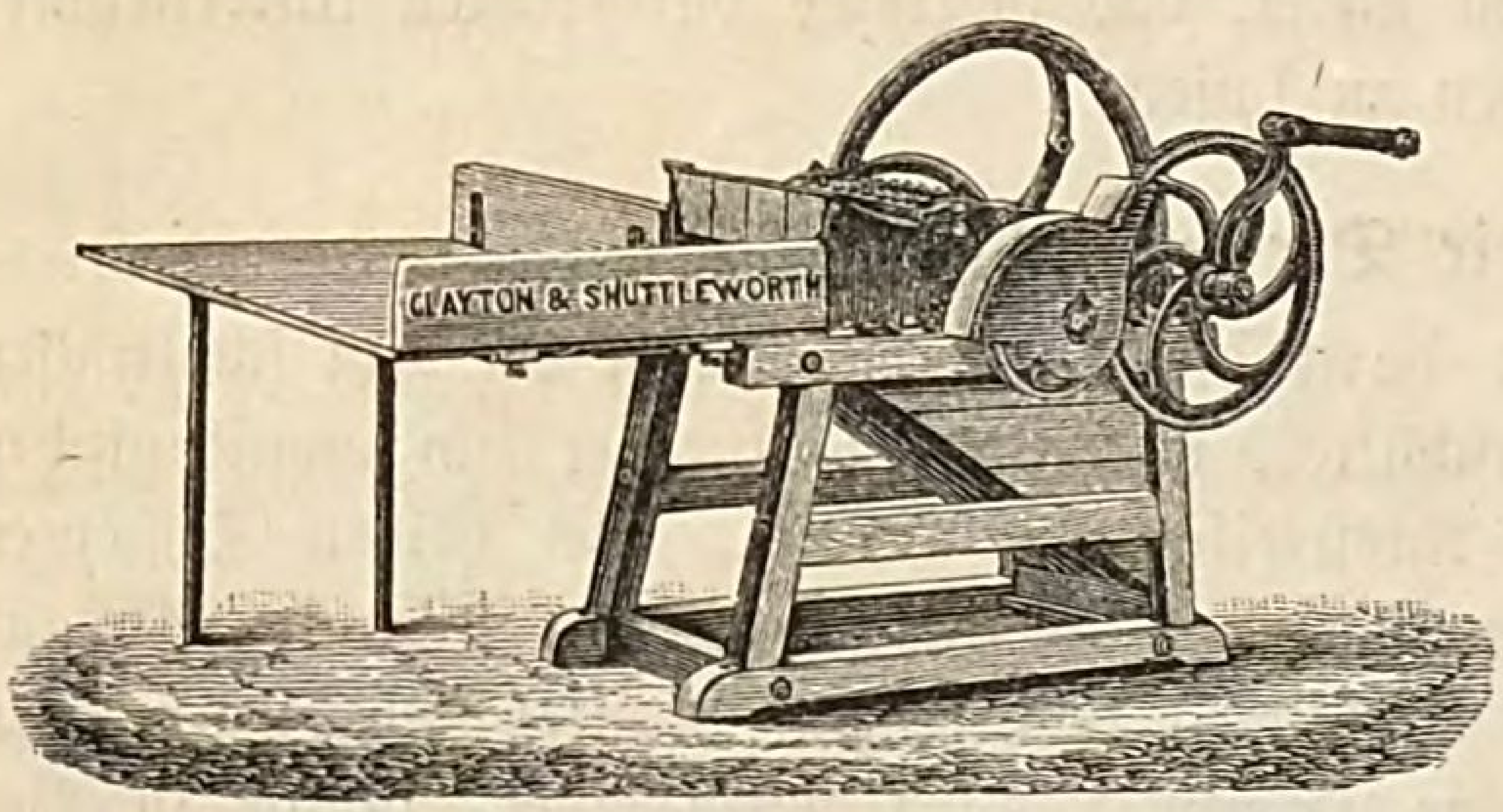


Fig. 159. Clayton & Shuttleworth'sche Stiftenhanddreschmaschine. — Trommelbreite 44 cm, Gewicht 295 kg. Preis samt Schwungrad, 2 Kurbeln und Schutzdeckel über den Zahnrädern 240 *M*, 120 fl.

Im allgemeinen wird man von einer guten Dreschmaschine verlangen: 1. Reinen Drusch. Bei guter Stellung des Mantels sollen bei einer Probe nicht viel über 3 % Körner im Stroh zurückbleiben; bei gutem Handdrusch bleiben etwa 5—7 % Körner im Stroh. 2. Die Körner sollen weder gebrochen, noch zerquetscht werden. 3. Die Maschine soll solid gebaut, in allen ihren Teilen leicht zugänglich, 4. leicht und mit wenig Leuten zu bedienen sein. 5. Möglichste Leistungsfähigkeit bei geringem Kraft- und Kostenaufwand.

Der durch die Maschine gedroschene Weizen wird, besonders wenn er gebeizt wird, in seiner Keimfähigkeit beeinträchtigt. Von Weizen gingen bei einem Versuch (Fühling's „Neue landw. Zeitung" 1866, S. 112) im Durchschnitt nicht auf bei

Maschinendrusch, ungebeizt 2— 4% Körner, Handdrusch ungebeizt 3% Körner,
mit Kupfervitriolbeize 33—41% „ mit Kupfervitriolbeize 9% „

Das Getreide zur Saat wird man daher durch die Hand ausdreschen lassen.

1. Die Göpeldreschmaschine.

Der Göpel hat die Aufgabe, die langsame, fortschreitende Bewegung der Arbeitstiere in eine schnelle, rotierende Bewegung der Antriebswelle an der Arbeitsmaschine umzusetzen. Für den Betrieb von Dreschmaschinen werden feststehende oder transportable Rundganggöpel, seltener Tretgöpel angewendet. Bis zu 2—4 Zugtiere benutzt man Säulen- oder liegende Rundganggöpel. Bei dem Säulengöpel wird die Bewegung durch eine Riementransmission, unter welcher die Zugtiere hinweggehen, bei dem liegenden Göpel, Fig. 160, durch eine Welle, die Kuppelungsstange, vermittelt, über welche die Zugtiere schreiten.

Das Gestell der Dreschmaschine ist entweder von Holz oder Eisen konstruiert.

Im letzteren Fall wird die Lagerung der Dreschtrommel sicherer zu bewerkstelligen sein, im ersteren üben die unvermeidlichen Stöße und Erschütterungen bei der größeren Elastizität des Holzes einen minder schädlichen Einfluß aus. Die wegen des Werfens des Holzes unsicherere Lagerung kann durch Auflegen der Zapfenlager auf Lagerplatten zum Teil behoben werden. Die hölzernen Gestelle werden in neuerer Zeit nicht nur durch die im rechten Winkel gestellten Verbände, sondern auch durch geschickt angebrachte Diagonalverstrebungen (Fig. 162, S. 275) derartig

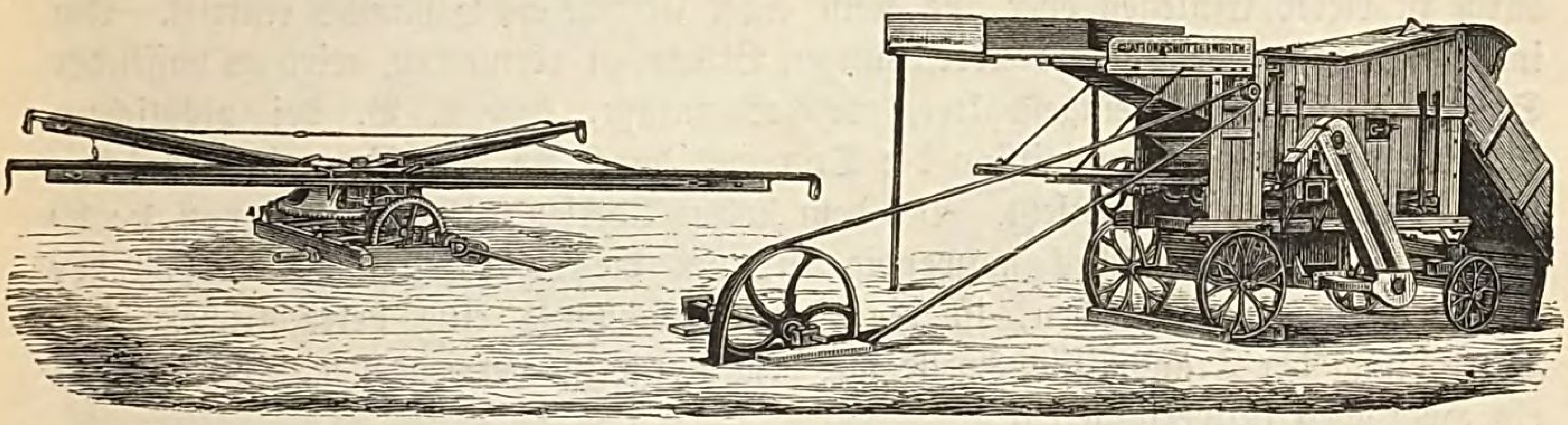


Fig. 160. Patentierte neue transportable Putz=Dreschgarnitur JS 27 TSP mit 4spännigem transportablem Glockengöpel von Clayton & Shuttleworth—Wien, Arbeitsstellung. — Gewicht ca. 2 041 kg, Stiftentrommel=Durchmesser 58 cm, Breite der Maschine mit einfachem Putzwerk (4 Reutersiebe und 1 Windflügel) und Einsackvorrichtung an der Längenseite 71 cm, Preis 1 800 ℳ, 900 fl.

unwandelbar zusammengefügt, daß eine schädliche Verschiebung unmöglich gemacht ist. An dem Gestell soll ein ausreichend großer Tisch zum bequemen Einlegen des Getreides in die Maschine angebracht sein, welcher gleichzeitig dem Einleger genügenden Schutz zu gewähren hat.

Die im Gestell möglichst tief unterzubringende Dreschtrommel besteht aus einer horizontal gelagerten, schmiedeeisernen oder stählernen Welle, aus den Nabenkränzen und den Schlagleisten, welche mit den Nabenkränzen verschraubt sind. Die in einer Anzahl von 4—8 möglichst sicher an den Nabenkränzen befestigten Schlagleisten werden entweder von Winkelbandeisen oder von Stahl oder schmiedbarem Guß angefertigt. Dieselben sind gewöhnlich glatt oder mit Riffen versehen, um durch Vergrößerung der Oberfläche einen reineren Drusch zu erzielen. Häufig, Fig. 161, verwendet man Schläger von mit Bandeisen verkleidetem Eschen=

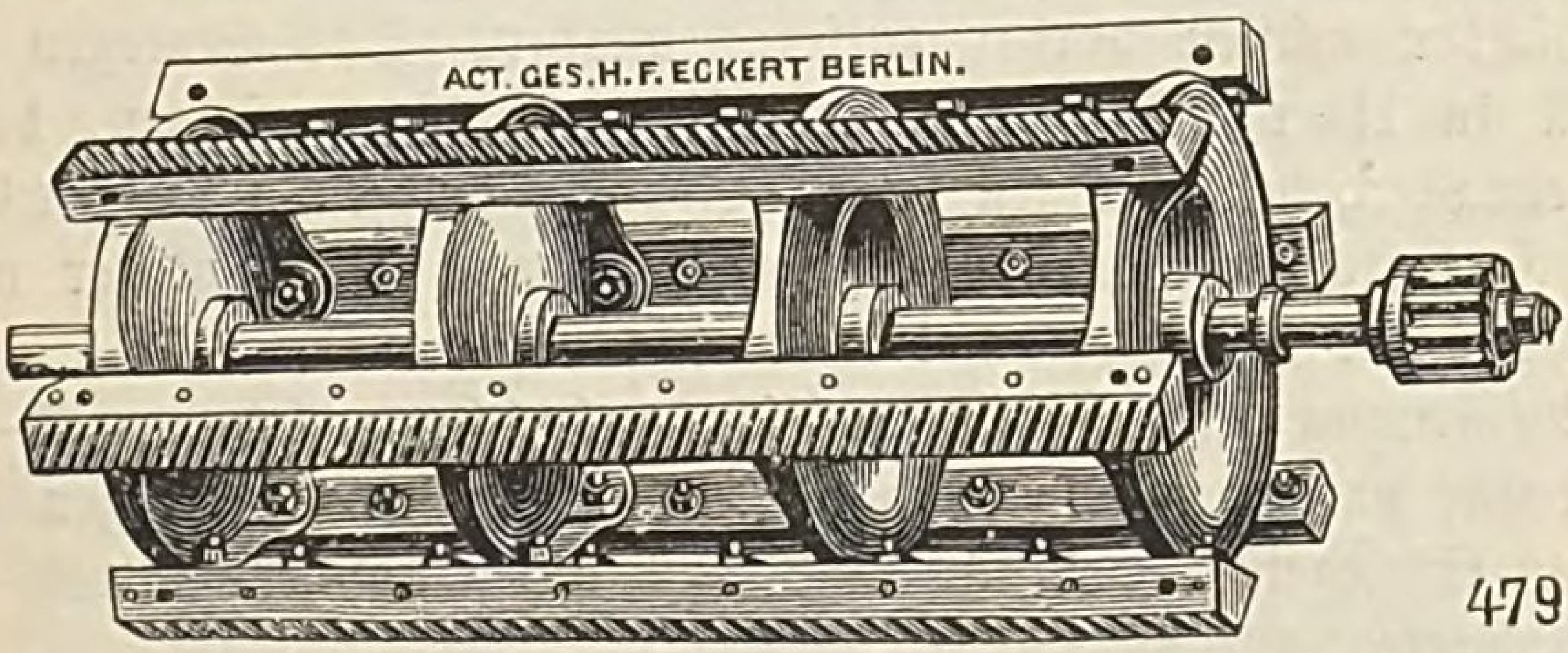


Fig. 161. Trommel der Göpel=Breitdreschmaschine von H. F. Eckert—Berlin. — Breite 1,5 m.

holz, auf welche schräggerippte Stäbe von schmiedbarem Guß fest aufgeschraubt werden. Bei der bedeutenden Geschwindigkeit der Dreschtrommel, welche gewöhnlich 800—1 000 Touren in der Minute macht, müssen die Schlagleisten nicht nur gleich schwer sein, sondern auch gleichweit von der Trommelwelle abstehen.

Auf $^1/_3$—$^3/_5$ ihres Umfanges ist die Trommel, nahezu konzentrisch abstehend,

von dem Dreschmantel oder Dreschkorb umgeben. Derselbe besteht aus einer Mehrzahl den Schlagleisten ähnlichen Stäben, welche soweit von einander entfernt sind, daß die ausgedroschenen Körner durchfallen können. An den Dreschkorb schließt sich ein schrägstehender Rost an, auf welchen das entkörnte Stroh herabgleitet und aus der Maschine entfernt wird.

Die Kraftübertragung auf die Trommelwelle erfolgt entweder durch Zahnräder oder Riemenscheiben. Letztere haben den Vorteil, daß der Riemen abspringt, wenn durch zu vieles Einlegen oder aus sonst einer Ursache ein Hemmnis eintritt. Um in solchen Fällen bei Zahnradübersetzungen Brüche zu vermeiden, wird an passender Stelle ein Sperrrad eingeschaltet, welches zuläßt, daß z. B. bei plötzlichem Stillstand der Göpeltransmission die Trommel durch die angesammelte lebendige Kraft ihre Bewegung fortsetzt. Bei dem hohen Übersetzungsverhältnis von 1 : 10 und selbst 1 : 20, welches notwendig ist, um die erforderliche Tourenzahl der Dreschtrommel zu erreichen, ist die Zahnradabnutzung eine beträchtliche. Zur Vereinigung der Transmissionswelle mit dem Vorgelege verwendet man mit Vorteil ein Hook'sches Universalgelenk.

Für den Betrieb der Göpeldreschmaschinen gelten folgende Bestimmungen.

1. Vor dem Beginn des Dreschens müssen alle Teile der Dreschmaschine, besonders der Mantel richtig gestellt werden. Der Dreschkorb soll, um eine Maximalleistung zu erzielen, so weit von der Trommel abstehen, daß beim geringsten weiteren Abstand sofort ein Unreindreschen eintritt. Man stellt daher den Dreschkorb anfänglich etwas weiter als erforderlich und nähert ihn dann während des Dreschens durch die Stellschrauben, bis der Reindrusch erfolgt. Der ungefähre Abstand des Dreschkorbes von der Trommel beträgt in mm für:

	Weizen, Roggen, Gerste	Hafer	Erbsen, Wicken, Buchweizen	Raps, Rübsen	Gras, Klee
Oben	34—40	36	möglichst weit	möglichst weit	15—20
Mitte	18—22	15	35	80	5—10
Unten	10—12	6	15	50	4— 6

2. Mit dem Einlegen der Frucht darf erst begonnen werden, wenn die Dreschtrommel ihre volle Umdrehungsgeschwindigkeit, die nach dem Ton erkannt werden kann, erreicht hat.

3. Das Einlegen des Getreides erfordert besondere Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit. Die Strohbänder müssen vorher entfernt werden. Das Einlegen selbst mit den Ähren voran soll in einer möglichst gleichmäßigen Schichte erfolgen, damit weder ein Verstopfen, noch ein Leergehen erfolgen kann. Sehr zu empfehlen ist der Gebrauch eines 1,2 m langen Sicherheitsriemens, welcher verhütet, daß der Einleger mit der Hand näher als 10 cm von der Dreschtrommel kommen kann.

4. Für die Bedienung der Maschine müssen ausreichend Arbeiter (7—10) beigestellt werden, welche dafür zu sorgen haben, daß stets ausreichende Mengen aufgebundenen Getreides auf den Einlegetisch gebracht und das ausgedroschene Stroh gleich von der Maschine durch Abharken entfernt werde.

2. Die kombinierte Dreschmaschine.

Die kombinierte Dreschmaschine besorgt nicht nur das Ausdreschen, sondern auch bei einfacher Reinigung das Ausputzen oder bei doppelter Reinigung das Ausputzen und Sortieren der Körner. Die Körner werden daher von letzteren Dreschmaschinen im nahezu marktfertigen Zustand geliefert. Die größere Trommel-

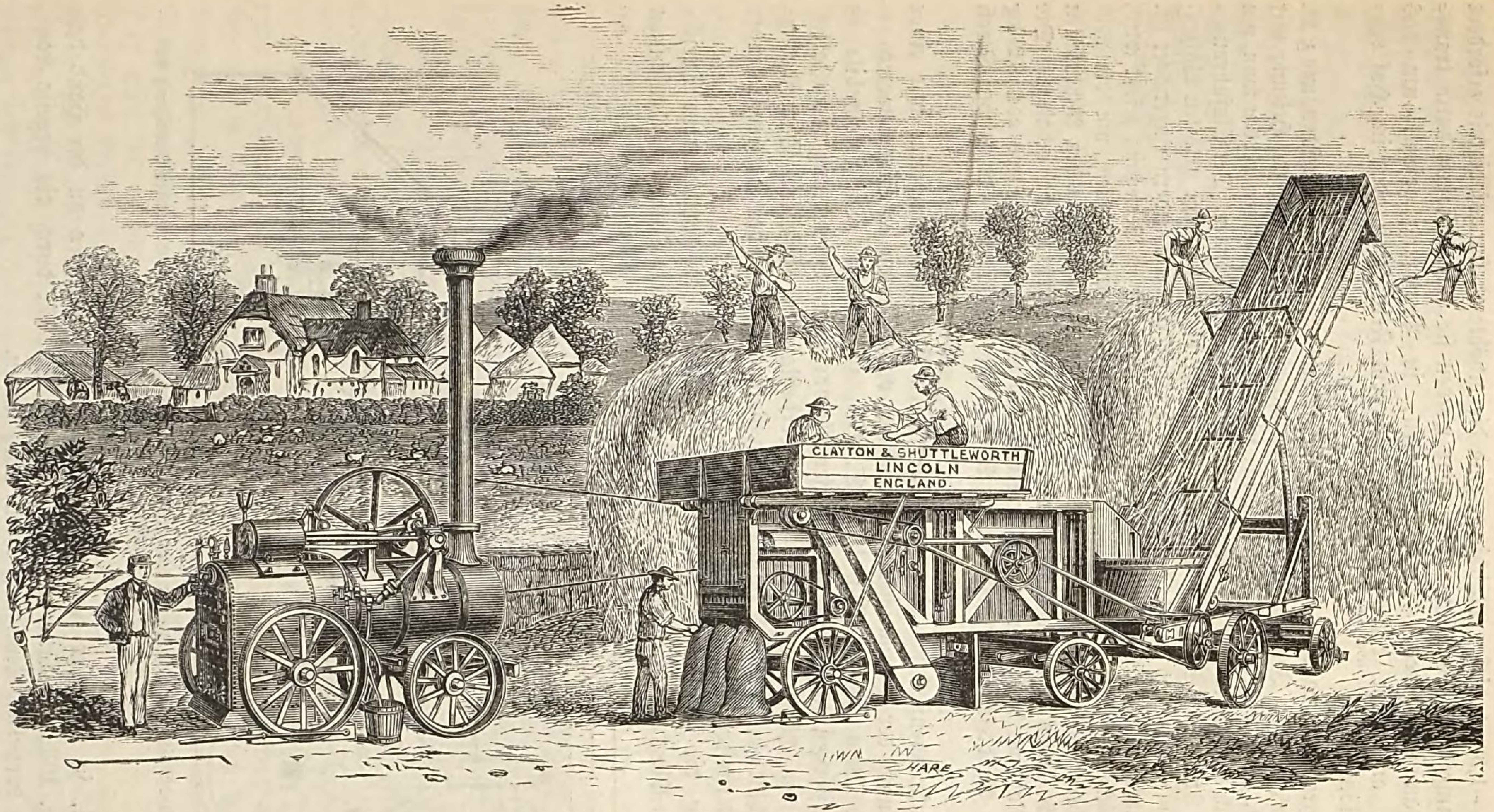


Fig. 162. Lokomobile und kombinierte Dampfdreschmaschine B mit Stacker von Clayton & Shuttleworth—Lincoln und Wien in Arbeit. — Trommelbreite 1,37 m, Gewicht der Lokomobile 50 metr, der Dreschmaschine 45 metr, des Stacker mit 7,9 m Förderhöhe 18 metr, Preis der 8pferdigen Lokomobile, Theerdecke, Treibriemen 2c. und der Dreschmaschine mit doppeltem Putzwerk und Patent-Sortiercylinder 9 440 ℳ, 4 720 fl., des Stackers 1 440 ℳ, 720 fl., der Lokomobile allein 5 420 ℳ, 2 710 fl.; Leistungsfähigkeit in 10 Stunden 150 hl Wintergetreide, 250—300 hl Sommergetreide.

breite (1,25—1,5 m) dieser Maschinen und die erhöhte Leistungsfähigkeit erfordert stets die Dampfkraft als Motor und zwar werden sie am häufigsten durch transportable Dampfmaschinen, den Lokomobilen, in Bewegung gesetzt, um das Ausdreschen an jedem beliebigen Ort, auf dem Feld selbst oder im Hof vornehmen zu können.

In neuerer Zeit werden 8—10pferdekräftige Lokomobilen zum Dampfdreschen, wie z. B. von Ransomes, Head & Jefferis—Ipswich u. A. mit einer Vorrichtung zur Heizung mit Stroh, Schilf, Maisstengeln ꝛc. versehen, welche jedoch leicht abgenommen werden kann, um wie gewöhnlich Holz oder Kohle als Brennmaterial verwenden zu können. Der Einführungsapparat für Stroh und Stengel besteht aus einem vor die Feuerbuchse gelegten Walzenpaar mit Einlegetisch, das in gleicher Weise wie bei den Häckselschneidern eingerichtet ist. Dieser Einführungsapparat, welcher von der Lokomobile selbst in Bewegung gesetzt wird, hat den Zweck, das Stroh fächerartig in der Feuerbuchse auszubreiten, um die vollständige Verbrennung desselben zu ermöglichen. Die durch den Rost in den Aschenkasten fallende Asche wird durch die Einleitung von Dampf stets feucht erhalten. Die 10pferdige Maschine konsumiert pro Pferdekraft und Stunde 12 kg Stroh oder 3,2 kg Kohle. Zum Ausdreschen von 100 Garben Weizen sind ungefähr 10—12 Garben Stroh erforderlich.

Die Zusammenstellung einer transportablen Dampfdreschmaschine mit einer Lokomobile nach der vorzüglichen Konstruktion von Clayton & Shuttleworth — Lincoln und Wien ist aus Fig. 162, S. 275, zu ersehen. Die Lokomobile ist mit schmiedeeisernen Laufrädern und Speisewasservorwärme-Vorrichtung ausgestattet. Die mit einem hölzernen Patent-Sprengwerk-Rahmen versehene Dampfdreschmaschine enthält ein doppeltes Putzwerk, einen Patent-Penney'schen Sortier-Cylinder und ein Paternoster.

Nachdem die Anordnung der einzelnen Teile bei der kombinierten Dreschmaschine von Clayton & Shuttleworth nahezu typisch für viele Dampfdreschmaschinen

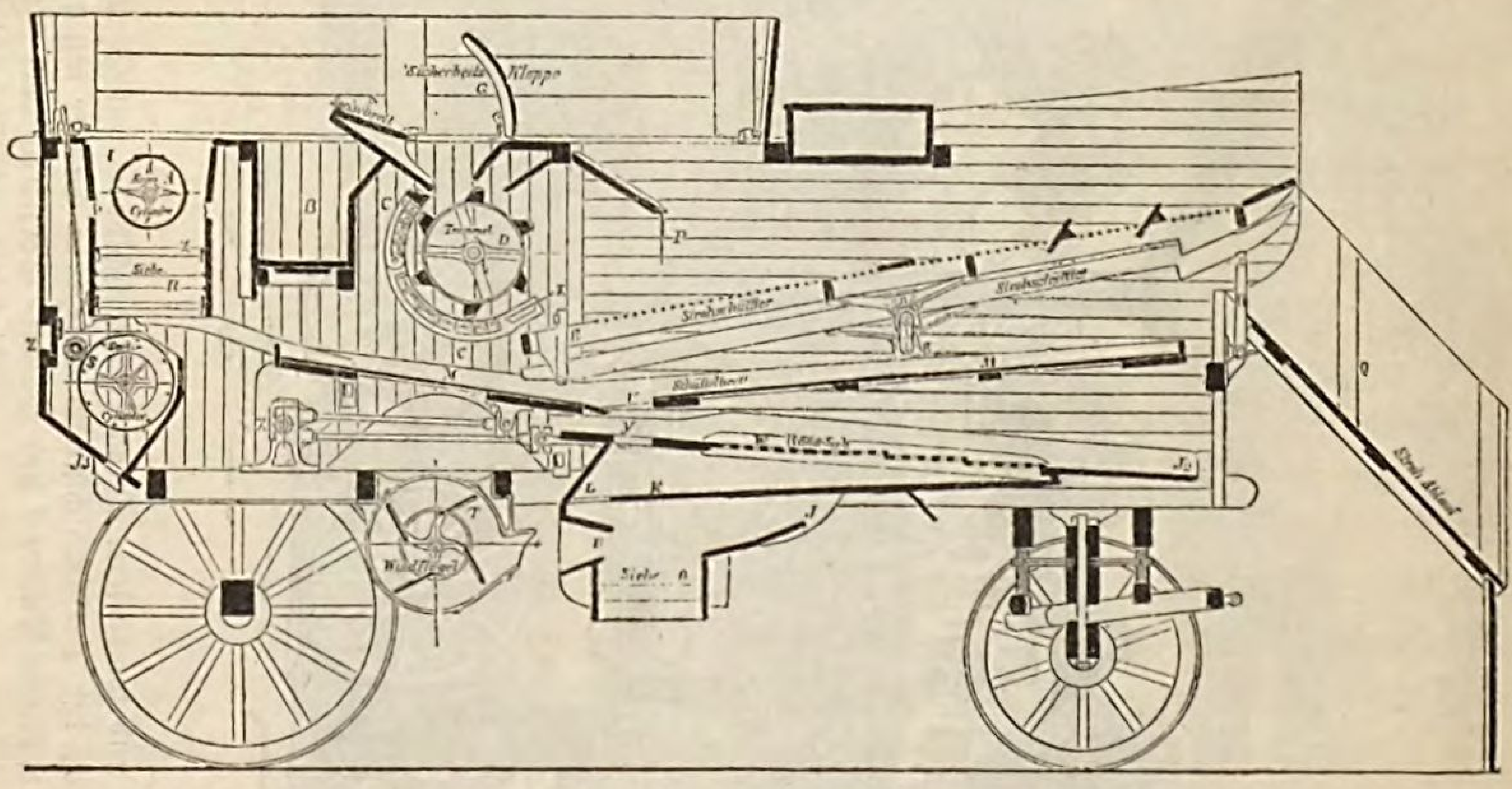


Fig. 163. Längsschnitt durch die neueste kombinierte Dampfdreschmaschine mit doppelter Reinigung von Clayton & Shuttleworth—Wien und Lincoln.

geworden ist, so soll hier eine nähere Beschreibung derselben an der Hand des Längen-, Fig. 163, und Querschnittes, Fig. 164, S. 277, durch die neueste Konstruktion mit doppelter Reinigung ihren Platz finden.

Die Dreschtrommel D ist mittel hoch oben in dem Gestell gelagert. Dieselbe ist mit 6 oder 8 gerippten Schlagleisten aus gewalztem Stahl versehen, welcher weniger der Abnutzung unterliegt, als der früher gebräuchliche hämmerbare Guß. Die Schlagleisten sind auf Holzunterlagen angebracht, welche zur Verhütung des Absplitterns mit Bandeisenschienen bekleidet sind.

Links von der Trommel befindet sich der durch 6 Schrauben stellbare Dreschkorb C, welcher aus zwei, durch Scharniere verbundenen, für sich stellbaren Teilen besteht. Oberhalb der Trommel ist ein breiter Spalt, die Einlegeöffnung, hinter welche der vertiefte Standplatz B für zwei Einleger angebracht ist. Zum Schutz derselben, sowie der sonst mit der Maschine beschäftigten Arbeiter dient die Sicherheitsklappe G, welche sich schließt, wenn das Speisebrett N zu stark belastet wird. Das untere Ende des Dreschkorbes zeigt die Platte X, welche das ausgedroschene Stroh auf die 5 Strohschüttler E führt. Diese Strohschüttler bestehen aus schmalen Holzgittern, welche durch eine gekröpfte Welle Z abwechselnd zu je 2 und 3 auf- und abwärts bewegt werden und dadurch das Stroh, welches durch Stifte vor dem Zurückgleiten gesichert ist, über den Strohablauf Q aus der Maschine entleeren. Die Bewegung der Welle der Strohschüttler erfolgt durch einen gekreuzten Riemen von der Trommelwelle aus (siehe Fig. 162, S. 275). Ihre Unterstützung erhalten die Strohschüttler durch die um fixe Punkte drehbaren Schwinghebel H und E. Eine oberhalb der vollkommen verkleideten Strohschüttler angebrachte Thür ermöglicht den Zutritt zu denselben. Durch die schüttelnde Bewegung, welche dem Stroh von den Schüttlern erteilt wird, werden die etwa in demselben noch enthaltenen Körner herausgerüttelt. Das geneigt stehende Brett mit den beweglichen Blechklappen P verhindert die rasche Wegführung des Strohes von der Trommel, bevor die Körner gehörig ausgerüttelt sind. Dieselben fallen durch das Gitter auf den unter dem Dreschkorb und den Strohschüttlern befindlichen Schüttelkasten MM, welcher die durch den Dreschkorb und die Strohschüttler durchfallenden Körner, Unkrautgesäme, Kurzstroh, Spreu rc. aufnimmt und auf seinen beiden schiefen Ebenen nach V schafft. Der Schüttelkasten besteht aus starken Seitenwangen, welche durch Querriegel verstrebt sind, aus einem solid zusammengefügten Bretterboden und aus erhöhten Leisten, welche den Schüttelkasten an seinen beiden Enden abschließen.

Der Schüttelkasten, welcher durch die dreimal gekröpfte Welle X und durch Zugstangen aus federndem Eichenholz in Bewegung gesetzt wird, hängt in 3 federnden eschenen Schwinghebeln (nach Coulson'schem System). Zwei weitere Schwinghebel dienen zur Verhütung des seitlichen Abweichens des Schüttelkastens.

Von dem Schüttelkasten gelangt das noch völlig verunreinigte Getreide in die erste Reinigung, welche die Körner von der Spreu, dem Kaff, abgebrochenen Ähren und sonstigen Verunreinigungen absondert. Der Apparat für die erste Reinigung besteht aus dem mit 4 Flügeln versehenen Ventilator T und den Siebwerken, welche von dem bei U eintretenden Luftstrom bestrichen werden. Das erste, in 4 Schwinghebeln aufgehängte Siebwerk W läßt bei Y die kleinen schwereren Körner durchfallen, während das grobe mit Öffnungen von 1—2 cm Weite versehene Reutersieb W die bei I_2 aus der Maschine tretenden Strohteile von den auf das Brett K durchfallenden Körnern sondert. Von dem Brett K gelangt das Getreide, die Spreu und das Gesäme durch L auf die Siebe O, nach-

dem es durch den bei U eintretenden Windstrom des Ventilators vom Staub und den leichteren Teilen gereinigt wurde. Die letzteren werden bei J aus der Maschine hinausgeblasen. Das geputzte Getreide und Gesäme gelangen auf die Siebe O, durch welche das Unkrautgesäme fällt, während die Körner in einer gegen eine Seite der Dreschmaschine geneigten Rinne unterhalb O zu dem in der Figur 162, S. 275, sichtbaren Paternosterwerk zur zweiten Reinigung gelangen. Dieselbe besteht aus dem Gerstenentgranner A und dem Koppcylinder, den Sieben der zweiten Reinigung X und R und dem Sortiercylinder S.

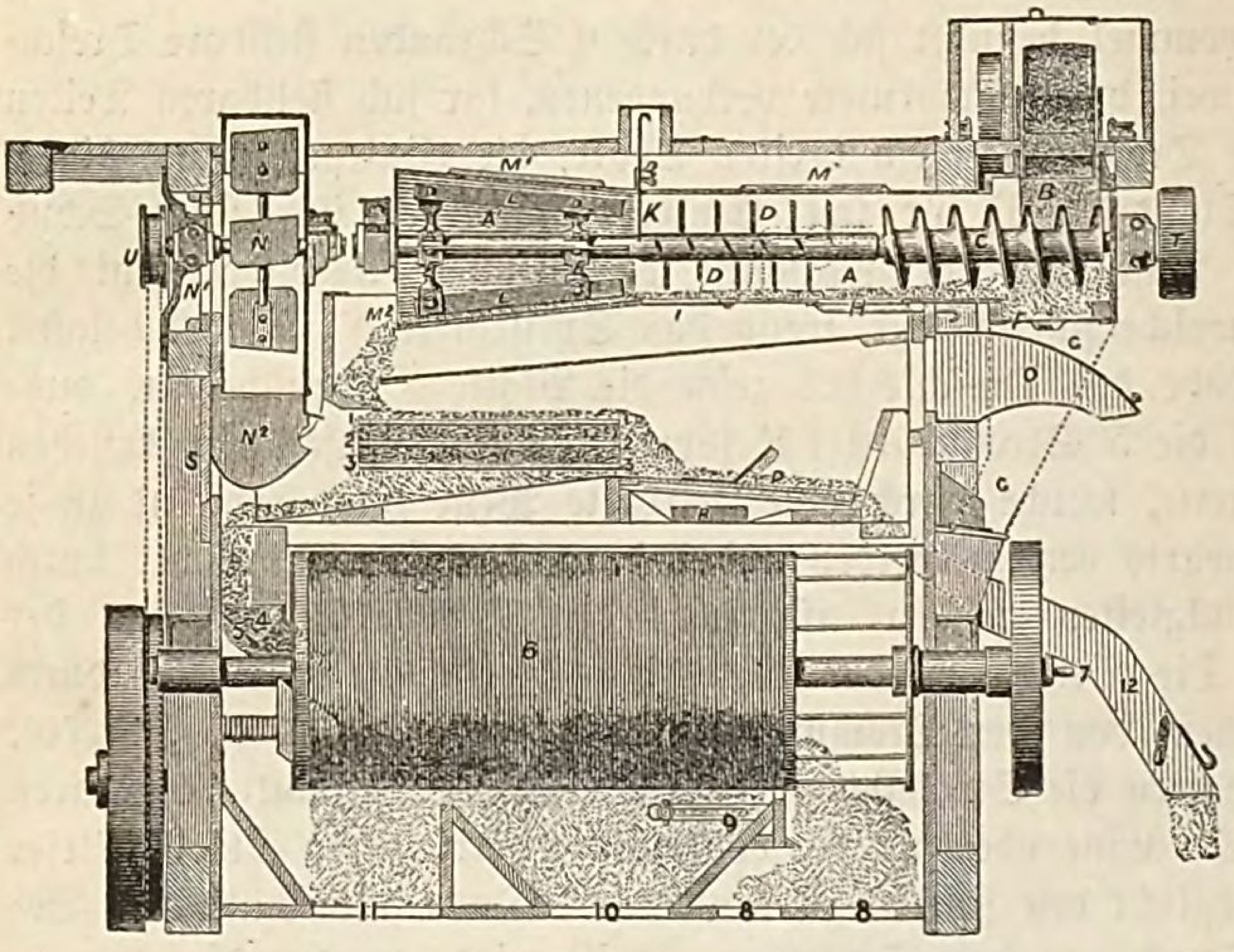


Fig. 164. Querschnitt durch den hinteren Teil einer Dampfdreschmaschine mit doppelter Reinigung von Clayton & Shuttleworth—Wien und Lincoln.

Wie aus dem Querschnitt durch den hinteren Teil der zweiten Reinigung einer kombinierten Dampfdreschmaschine, Fig. 164, zu ersehen ist, wird das durch das Becherwerk (Paternoster) gehobene Getreide bei dem Einlauf B in das Gerstenentgranner-Gehäuse A entleert. Brandiges Getreide wird durch das Öffnen des Schiebers F gleich durch den Auslaufkanal G aus der Maschine entfernt. Bei geschlossenem Schieber F gelangt das Getreide durch die Transporteur-Schnecke C zu den Messern D des Entgranners (Enthärners) und zur Polierung und Abreibung der Körner in das an der Innenseite rauhe oder gerippte Koppcylinder-Gehäuse A^1, in welchem sich an je 4 Armen EE die verstellbaren Schläger L befinden. Die Transporteurschnecke, die Entgrannermesser und die Schläger im Koppcylinder befinden sich hinter einander an einer Welle, welche von der Riemenscheibe T aus bewegt wird. M und M^1 sind Deckel in dem Entgranner- und Koppcylinder-Gehäuse. K ist ein vertikaler Schieber zur Regulierung des Eintrittes in den Koppcylinder. Soll das Getreide nicht entgrannt und gekoppt werden, so wird es durch Öffnen des inneren Schiebers H, soll es wie bei Gerste nur entgrannt werden, so wird es durch die mit Hebel und Gewicht versehene Klappe J auf eine schiefe Ebene entleert, von wo es zur Austrittstelle aus dem Koppcylinder M^2 und auf die drei übereinander befindlichen Siebe 1, 2 und 3 gelangt, welche durch die Thüre S zugänglich sind. N ist der durch die Riemenscheibe U bewegte zweite Windflügel, N^1 ein Schieber zur Regulierung der Windeinströmung, N^2 die Windröhre, welche den Wind über die Siebe 1, 2 und 3 zu dem Windausströmungsrohr O bläst. Letzteres ist mit einem leinenen Ärmel versehen, um den Staub nach unten zu führen. Der Körnerausschuß wird auf das

Ausschußsieb P geblasen und durch eine Röhre 12 zur Sacköffnung geführt. Die von den Sieben 1, 2, 3 abgerüttelten, sowie die durch das Ausschußsieb P fallenden Körner ꝛc. gelangen wieder durch den Durchgang R nochmals zum Schüttelbrett M, Fig. 163. Das durch die Reutersiebe 1, 2, 3 fallende Getreide gelangt durch die Einlaufrieme 4 in den durch die Stellschraube 7 verstellbaren Penney'schen Patent-Sortiercylinder 6. Wird durch die Klappe 5 die Einlaufrinne 4 gesperrt, so gelangt das dann unsortierte Getreide durch die Öffnung 11 aus der Maschine. Das von dem Sortiercylinder sortierte Getreide wird an der Stirnwand der Dreschmaschine bei J³, Fig. 163, in einer Höhe ausgeleert, daß es gleich von untergehängten Säcken aufgenommen werden kann und zwar fällt unter Mitwirkung des verstellbaren Teilungsbrettes 9 aus den Sacköffnungen 8, 8 das beste Korn, aus 10 das zweite Korn und aus 11 das Hintergetreide.

Auch bei den kombinierten Dampfdreschmaschinen erfordert das Einlegen besondere Übung, um so mehr, als das Getreide bei der größeren Umdrehungsgeschwindigkeit der Dreschtrommel (1 000—1 100 Touren in der Minute) rascher hereingezogen wird. Zuweilen verwendet man Selbstspeisevorrichtungen, welche gleichzeitig als Sicherheitsvorrichtungen dienen und auf der Dreschbühne vor der Einlegespalte angebracht werden.

Die Selbstspeisevorrichtung nach Wilders' Patent, Fig. 165, besteht aus Strohschüttlern P, welche von der Kurbelwelle M bewegt und durch den Schwinghebel R ge-

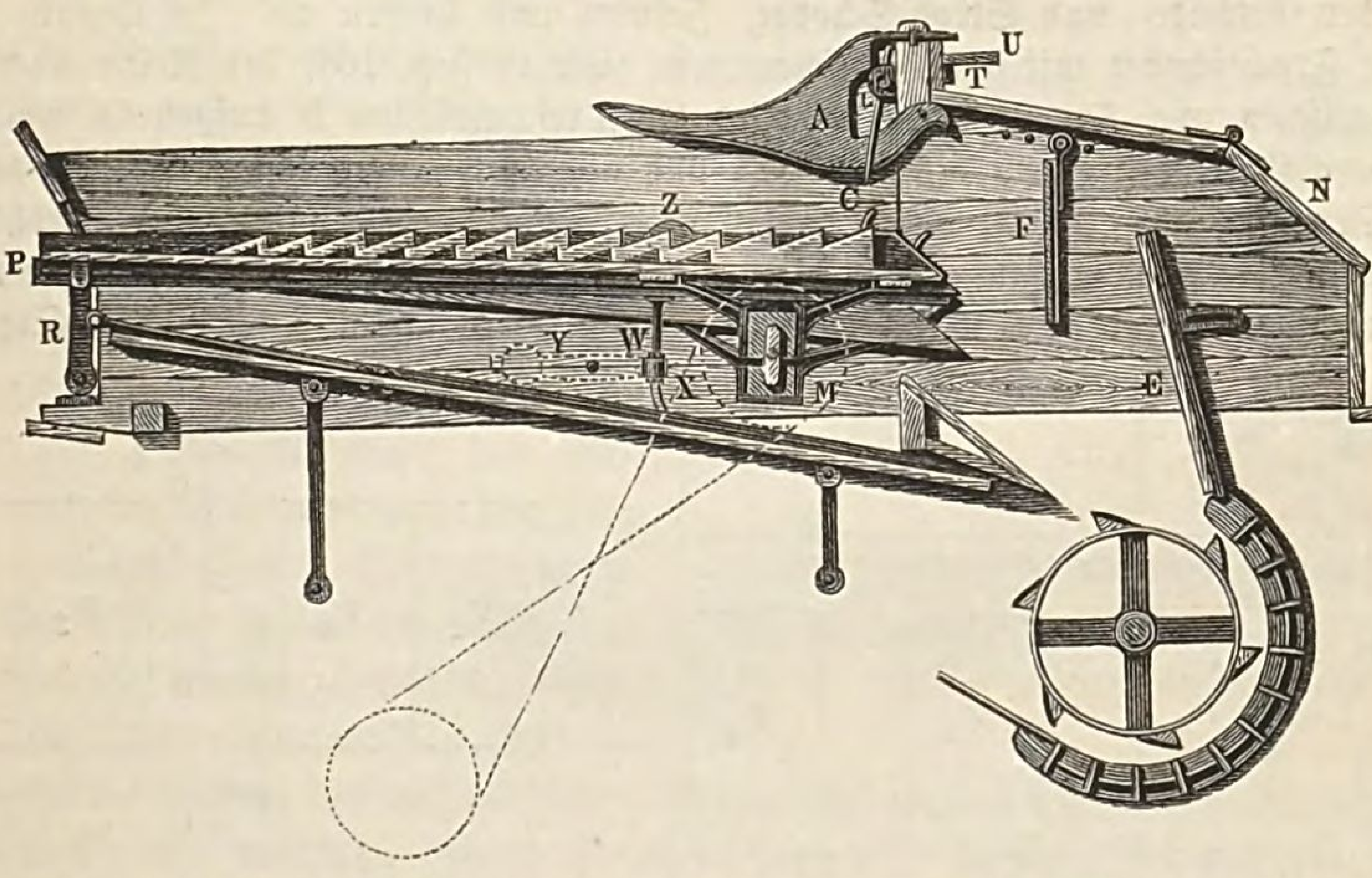


Fig. 165. Wilder's Selbstspeise- und Schutzvorrichtung für Clayton & Shuttleworth's Dampfdreschmaschine. — Gewicht 6,3 metr, Preis 571 ℳ, 285,50 fl.

tragen werden. Die Verteilung des zugeführten Getreides erfolgt durch die an der Welle L befestigten Zähne C, welche in der Minute 180mal hin- und ebenso oft herschwingen. Das Brett A verhindert, daß das Getreide den Zähnen ausweicht. Das stellbare Brett F dient dazu, um das Getreide an richtiger Stelle der Trommel zuzuführen. Soll mit der Hand eingelegt werden, so wird der Verschluß geöffnet und das aufgeklappte Brett E als Einlegetisch verwendet. Die Schutzvorrichtung besteht in der Ausrückung des Riemens auf der Riemenscheibe der Kurbel M entweder durch Ver-

schiebung der mit einem Hebel mit der Riemenscheibe in Verbindung stehenden Stange J an dem Handgriff U durch die Arbeiter, oder selbstthätig durch Niederdrücken des Brettes W, welches durch das Gewicht Y in seiner Lage erhalten wird, sobald eine Person bis zu dem Punkt Z auf die Schüttler gelangen sollte. Es erfolgt dann eine Ausrückung des Riemenbetriebes und ein Stillstand der Schüttler. In Taunton wurden bei Claytons Maschine pro Pferdekraft und Stunde ohne Speisevorrichtung 503 kg, mit derselben 556 kg Garben gedroschen. Der leergehende Speiseapparat erforderte 0,63 Pferdekräfte.

Eine wesentliche Erleichterung der Bedienung der Dreschmaschine ermöglicht der Strohelevator, Stacker oder Tristenbauer, welcher in der vorzüglichen Ausführung von Clayton & Shuttleworth in Fig. 162, S. 275, abgebildet ist. Derselbe wird mit seinem korbförmigen Teil unter das Ende des Strohschüttler geradeaus oder im Winkel geschoben und dient dazu, das Stroh von den Strohschüttlern aufzunehmen und bis auf eine Höhe von 7,32 m in Tristen ohne Zuhilfenahme der sonst erforderlichen Menschenkraft aufzuhäufen. Diese Tristensetzer können auch dazu verwendet werden, um, mit einem kleinen Göpel getrieben, Heu oder Stroh vom Wagen aus in Tristen aufzubauen. Der wirksame Teil dieses Apparates besteht aus einer Mehrzahl Harken, die an zwei Ketten ohne Ende in einer für den Transport zusammenschiebbaren Bretterlade empor mit Stroh beladen und rückwärts leer herabgeführt werden.

Die rasche Durchführung des Dampfdrusches hängt von der richtigen Aufstellung und Größe der Getreide- und Stroh-Schober, Feimen und Tristen ab. In Ungarn werden meist die Fruchtschober mit 6 m Zwischenraum, wie in Fig. 166, der Reihe nach aufgestellt. Zwischen zwei Fruchtschobern F wird die Dreschmaschine D aufgestellt, welche von der Lokomobile L mit einem nicht über 11 und nicht unter 8 m langen Riemen getrieben wird. Der Elevator E häuft das Stroh von 2 Fruchtschobern F auf eine Strohtriste S. Bei einmaliger Maschinenaufstellung können gleich zwei Schober ausgedroschen werden. Die Fruchtschober werden 8 m breit, 3 m hoch und 16 m lang gemacht. Sie fassen

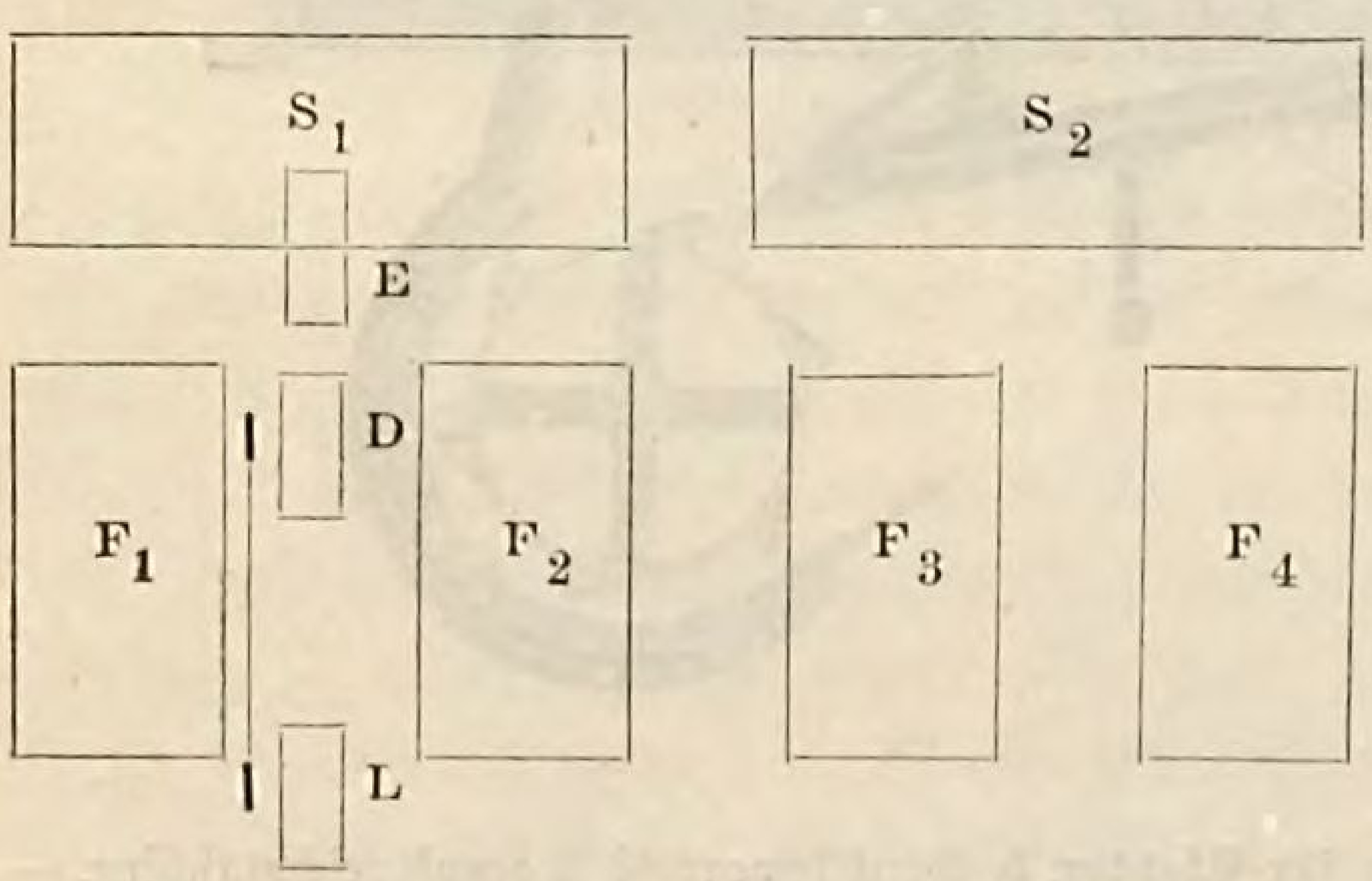


Fig. 166. Schoberaufstellung bei Dampfdrusch in Ungarn.

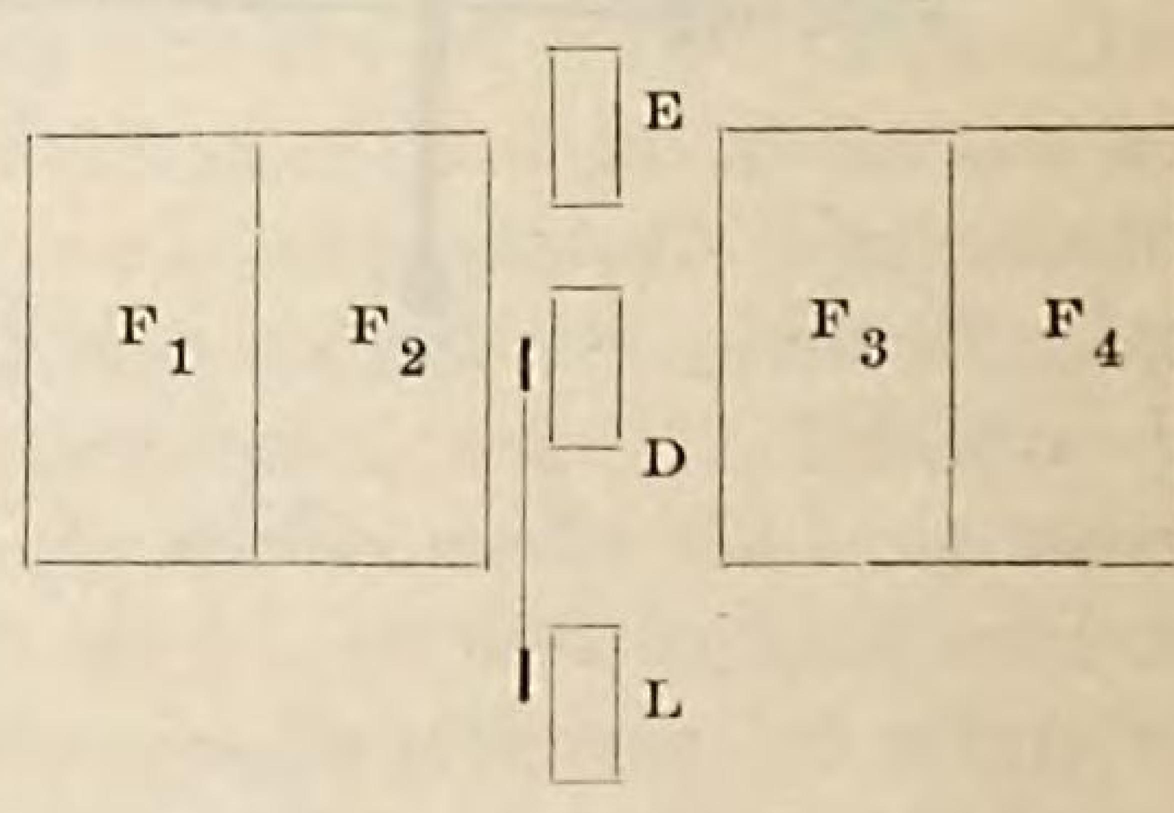


Fig. 167. Schoberaufstellung bei Dampfdrusch in Rheinpreußen.

dann 300 Mandeln à 20 Garben Weizen, 400 Roggen oder 450 Gerste. Die Strohtriste wird 8 m breit und 26 m lang angelegt und von der nächsten Triste 4 m entfernt gehalten. Bei dieser Aufstellung genügen für einen täglichen Drusch bis zu 300 Mandeln 17 Arbeiter und zwar: 4 auf der Fruchttriste, 1 Zureicher der Garben, 1 Einleger auf der Dreschmaschine, 1 Tristenbauer, 8 bei der Strohtriste, 1 zum Fortschaffen der Spreu, 1 Sackabnehmer; fehlt ein Elevator, so sind noch drei Arbeiter zum Befördern des Strohes von der Maschine zur Strohtriste erforderlich. In Rheinpreußen findet man

häufig 4 Schober, wie in Fig. 167 aufgestellt. Da die Feuerassekuranzen darauf bestehen, daß nicht mehr als 10 000 *M.* Wert bei einander gesetzt wird, so kommen in einem Getreide-Schober F nicht mehr als die Ernte von 3—4 ha Weizen oder 4—6 ha Gerste oder Hafer. Das Stroh von den 2 Getreideschobern F_1 F_2 wird in einem Strohschober von 10—12 Schritt Durchmesser aufgesetzt, dann der Elevator im rechten Winkel nach der Seite hin gedreht, wo die Getreideschober F_1 und F_2 gestanden und an deren Stelle von den Getreidefeimen F_3 und F_4 ein zweiter Strohschober aufgerichtet.

Für einzelne Früchte verwendet man schließlich besondere Entkörnungsapparate, wie z. B. zum Ausdreschen und Enthülsen der Kleesamen, zum Abrebeln der Maiskörner 2c. Über diese Spezialmaschinen siehe Bd. II. Die Pflanzenbaulehre. 3. Aufl. Berlin 1881, unter Mais, Rotklee 2c.

8. Das Reinigen und Sortieren der Körner.

Erst das geputzte und sortierte Getreide sollte verkauft oder zur weiteren Verwendung aufbewahrt werden. Je sorgfältiger dasselbe geputzt und von Unkraut, Staub, Spreu 2c. gereinigt wird, um so höher wird der zu erzielende Marktpreis ausfallen. Andrerseits wird ein schlecht gereinigtes und sortiertes Getreide einen ganz unverhältnismäßigen Preisabschlag erleiden.

Bei den größeren Dreschmaschinen wird das Getreide gleich geputzt und sortiert. Bei kleineren Maschinen und dem Handdrusch muß jedoch das Reinigen von Staub, Unkrautsamen u. dgl. und die Sonderung der schweren von den leichteren Körnern und von der Spreu besonders vorgenommen werden. Am langsamsten wird die Abscheidung der Spreu, Ähren und Strohteile, des Staubes von den Körnern durch grobmaschige Siebe bewerkstelligt, welcher Arbeit das vertikal in die Höhe-„Werfen" des Getreides mit der Schaufel auf der dem Luftzug ausgesetzten Scheunentenne folgt. Die Körner fallen beim Werfen nahezu senkrecht wieder zurück; die mehr abseits zu liegen kommenden Spreu- und Strohteile werden hierauf mit einem fächerartig gebundenen Besen „abgefledert". Die Unkrautsamen werden, sofern sie einen anderen Durchmesser als die Körner besitzen, durch besondere Siebe mit runden, quadratischen oder länglichen Öffnungen abgesondert. Die Sortierung der Körner erfolgt schließlich entweder mit verschieden feinen Sieben oder durch das Worfeln der Samen in schiefer Richtung gegen den Wind. Es bildet sich dabei ein breites Band, dessen Abschnitte die verschiedenen Qualitäten der Körner enthalten, und zwar gelangen in den Vorsprung die schwersten Körner mit der geringsten Oberfläche.

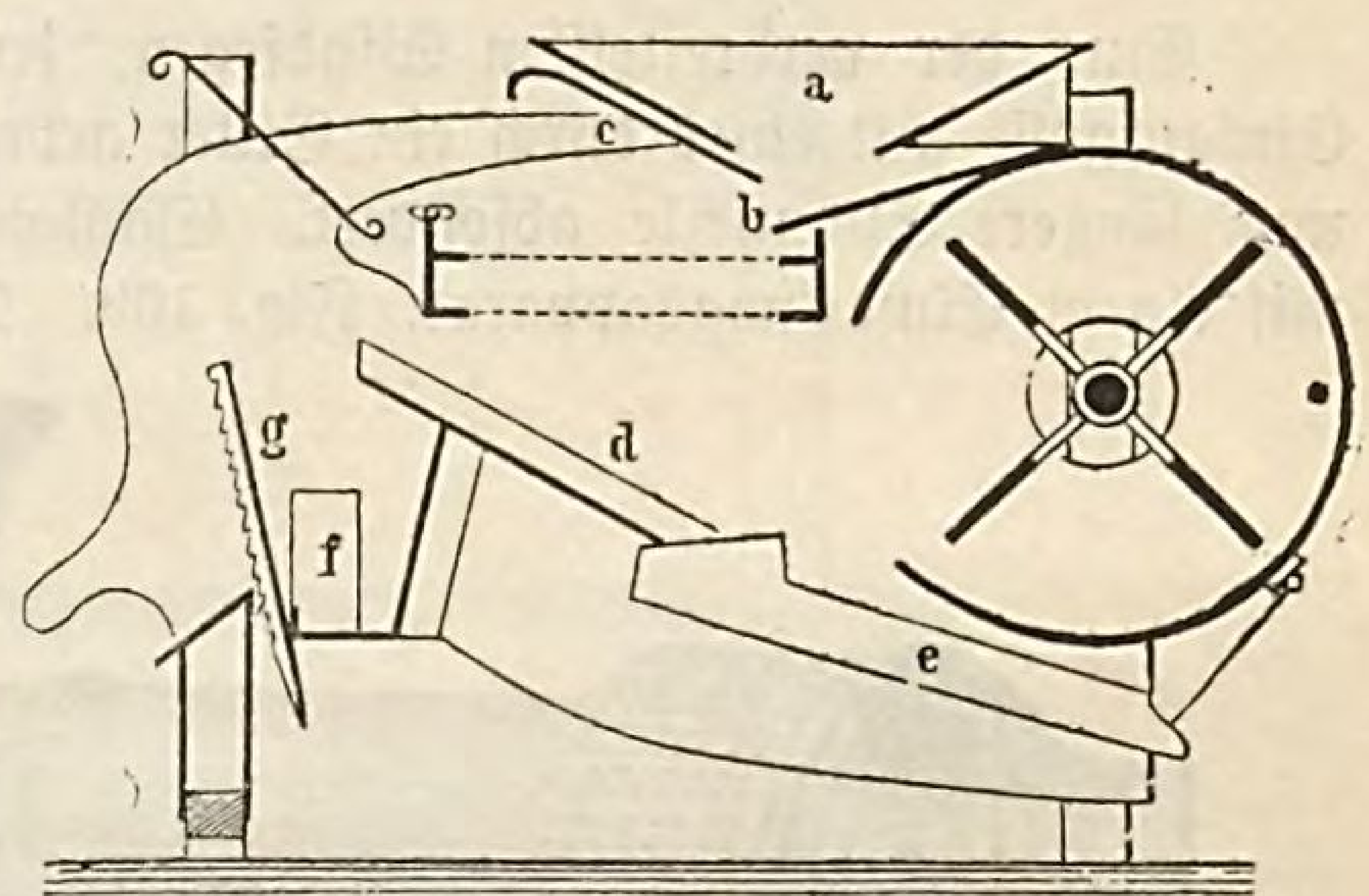


Fig. 168. Längendurchschnitt der schottischen oder englischen Getreideputzmühle.

Billiger, sorgfältiger und schneller wird die Arbeit des Reinigens und Sortierens der Körner durch die Getreidereinigungsmaschine (Putzmühle, Windfege) verrichtet. Die wirksamen Teile einer derartigen Maschine bestehen aus einer Flügelwelle, dem Ventilator, und dem Siebwerke. Das zu putzende Getreide

fällt durch einen Trichter, Fig. 168a, dessen Bodenöffnung durch den Schieber c reguliert wird, auf ein durch einen Dreischlag bewegtes, weitmaschiges doppeltes Schüttelsieb b, welches die gröbsten Verunreinigungen abscheidet. Die durchfallenden Körner gelangen von der schiefen Ebene d auf das auswechselbare Sieb e, über welches die schweren Körner herabfallen, während die leichteren Körner, der Staub ꝛc. durch den von dem Ventilator kommenden Wind über die Kante von d ausgeblasen werden. Die leichten Körner gelangen durch die seitliche Öffnung bei f aus der Putzmühle, während das Kaff über das steil stehende, mittelst Zahnstellung in der Höhe regulierbare Brett g hinwegfliegt. Die Grobsiebe besitzen für Weizen 75, Gerste 60, Hafer 45, die Feinsiebe 135 und 100 Maschen pro qdm.

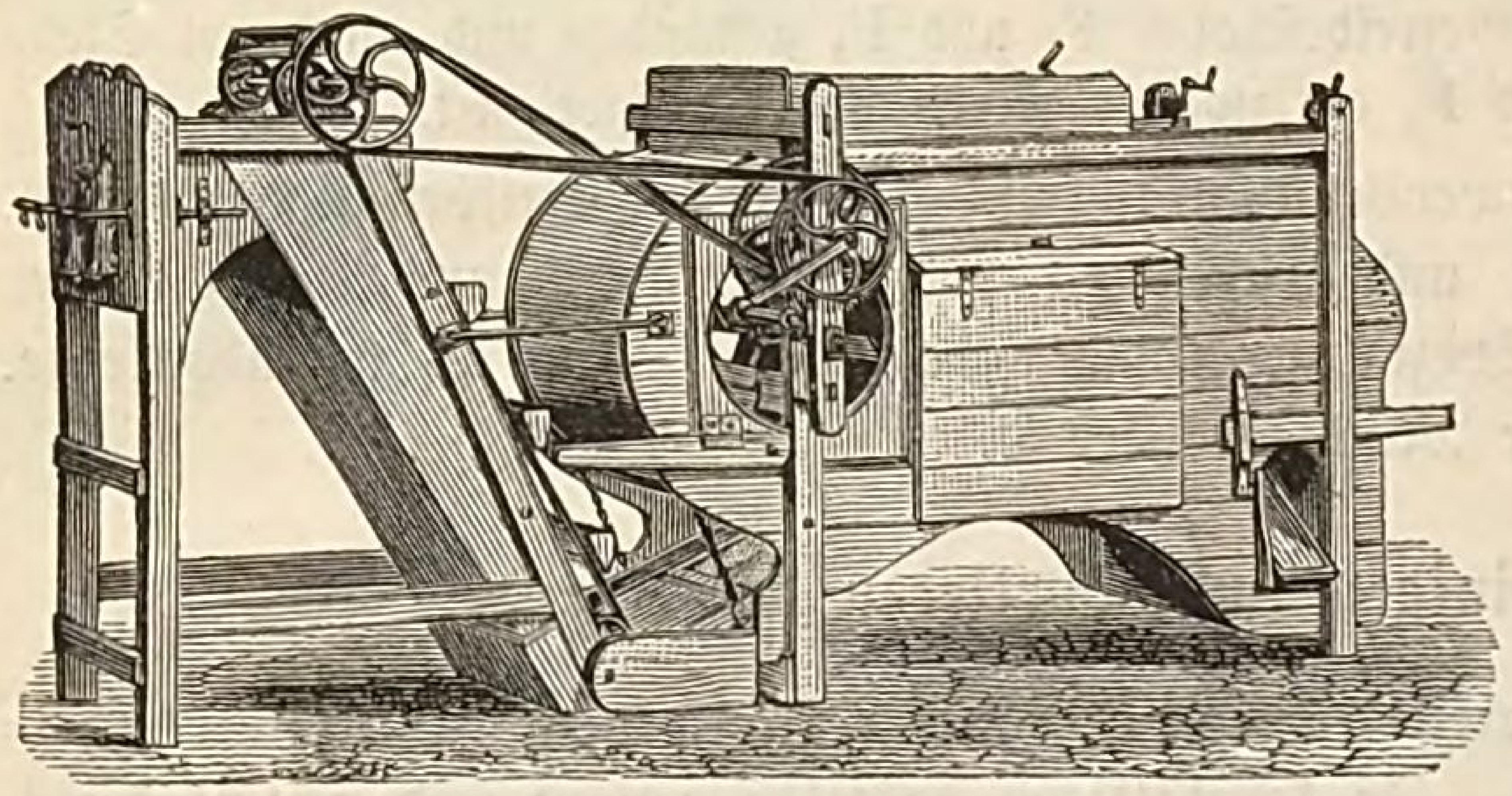


Fig. 169. Getreide-Reinigungsmaschine mit Einsackungsapparat von Clayton & Shuttleworth — Wien. — Gewicht der Putzmühle 190 kg, Leistung 250—300 hl pro Tag; Preis mit Einsackungsapparat, 6 Getreide-, 2 Staub-, 2 Unkraut- und 1 Rapssieb 160 fl., 320 ℳ.

Eine der verbreitetsten Windfegen, jene von R. Hornsby—Grantham ist an der Einlaufgosse mit einer durch ein Gitter arbeitenden Stachelwalze versehen, welche Halme und längere Spreuteile absondert. Clayton & Shuttleworth versieht seine Putzmühlen mit einem Einsackungsapparat, Fig. 169. Derselbe besteht aus einem an die Putzmühle anzuschiebenden, in einem Holzgestell gelagerten Becherwerk, welches mittelst eines Riemens von der Putzmühle aus betrieben wird. Die von dem letzten Siebe kommenden reinen Körner gleiten in den am tiefsten stehenden Becher, werden hierauf gehoben und auf eine schiefe Ebene ausgeleert, an deren Mundstück die leeren Säcke an Haken aufgehängt sind.

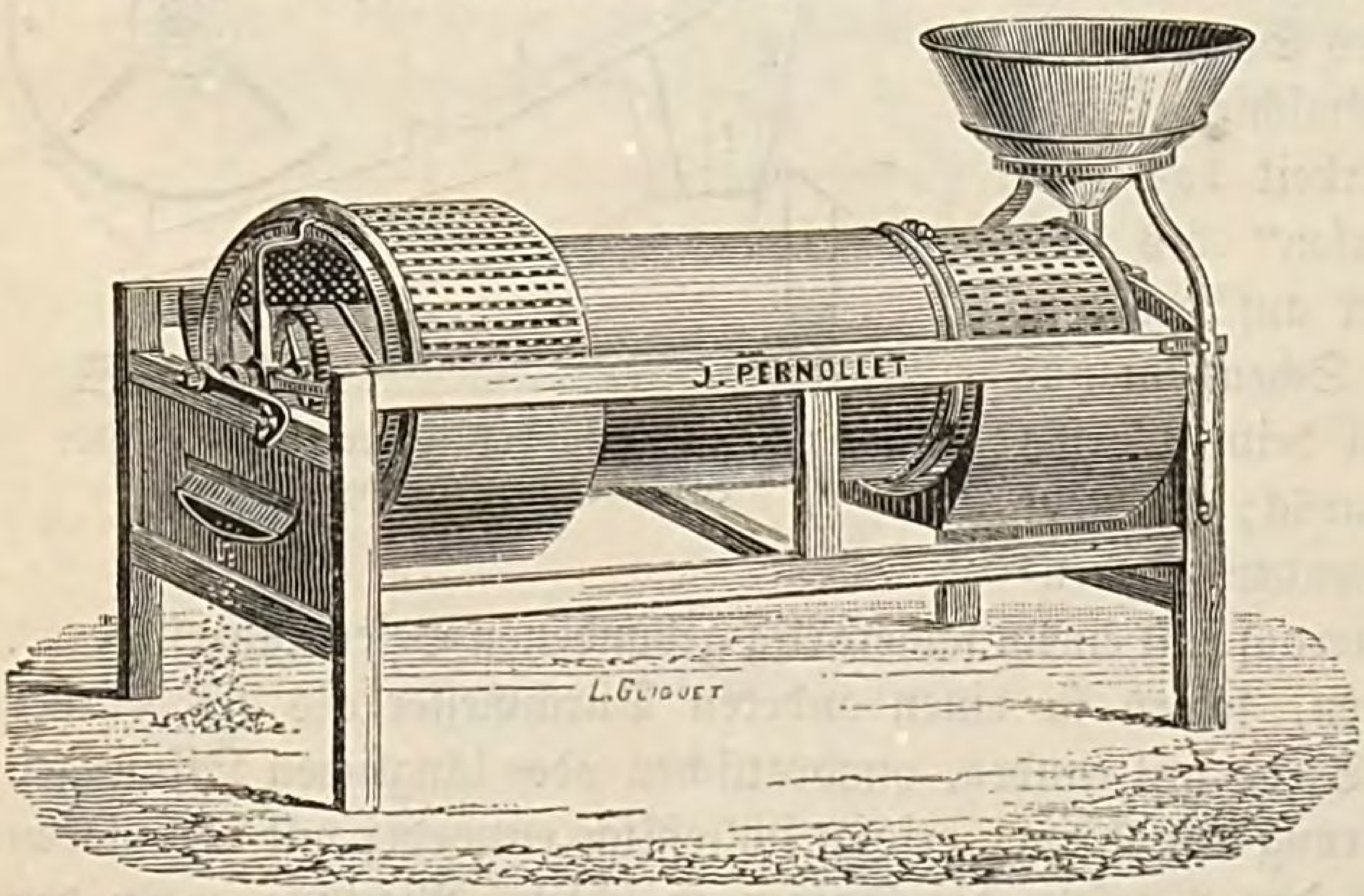


Fig. 170. Naden-Auslesemaschine (Trieurs à alvéoles) von Jh. Pernollet — Paris, mit einfacher Wirkung für runde Unkrautsamen und mit Auslauf-Sortiersieb. — Nr. 1 Länge des Cylinders 1,3 m, Durchmesser 45 cm, Gewicht 140 kg, Leistungsfähigkeit 2—3 hl pro Stunde. Preis mit einem Wechselsieb zum Einlauf 220 ℳ

Zur Ausscheidung von Unkrautsamen aus den geputzten Körnern dienen Unkraut-Auslesemaschinen (Trieur). Zu den vorzüglicheren Maschinen dieser Art zählt jene von Lhuillier — Dijon und von Jh. Pernollet — Paris. Die Pernollet'schen Auslesemaschinen werden in zwei Modellen mit einfacher, Fig. 170, und doppelter

Wirkung gebaut. Letztere haben die Bestimmung, außer der Abscheidung von runden Unkrautsamen (Kornraden, Wicken, Labkraut, Ackersenf, Knöterich ꝛc.) und von Hintergetreide aus allen Getreidearten, auch die Absonderung von Hafer, Gerste, Flughafer aus Weizen und Roggen zu bewerkstelligen.

Der Trieur, Fig. 171, ist an dem vorderen Fünftel der drehbaren, im Verhältnis 1 : 33 geneigten Trommel, welche durch einen Trichter mit Getreide versorgt wird, mit einer auszuwechselnden Siebrolle mit länglichen Öffnungen von 24 × 1,5 und 24 × 2 mm versehen, welche zur Abscheidung von — bei b aus der Maschine fallenden — Hintergetreide, schmalen verkümmerten Körnern, kleinen Unkrautsamen, Erde, Staub ꝛc. dient. Der übrige Teil der Trommel c ist geschlossen und an der inneren Wandseite mit dicht aneinander gereihten Zellen von 5 mm Durchmesser bedeckt. Bei der Drehung der

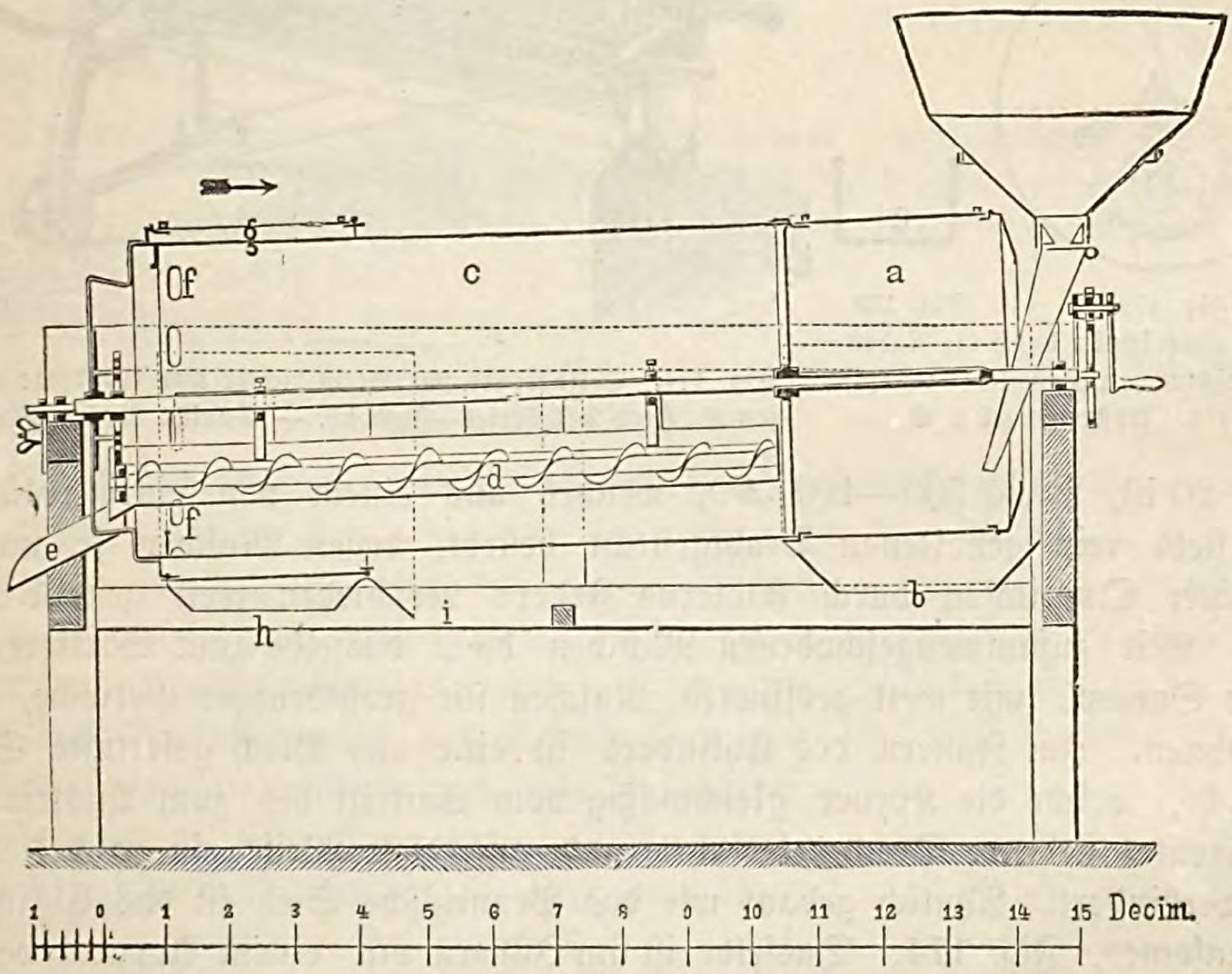


Fig. 171. Längsschnitt durch die Raden-Auslesemaschine von Jh. Pernollet, mit einfacher Wirkung für runde Unkrautsamen und mit Auslaufsortiersieb (s. den Text).

Trommel (10 Umdrehungen pro Minute) in der Richtung von m nach n, Fig. 172, fallen die von den Zellen aufgenommenen kürzeren Körner, sowie die runden Unkrautsämereien in eine Rinne p, in welcher sie durch die Schnecke bei e, Fig. 171, aus der Maschine geleitet werden. Zur Seite der Rinne befinden sich in jeder Abteilung vier schiefe Ebenen (Spateln), welche das Gleiten der aus den Zellen fallenden Körner in die Rinne vermitteln. Die Rinne ist um die Achse der Trommel, an welcher sie durch die Träger p befestigt ist, drehbar eingerichtet, um durch ein verschieden steiles Aufrichten der Spateln eine entsprechend reine Arbeit zu erhalten. Unter den Spateln sind Bügel, Fig. 173 c, aus starkem Eisendraht befestigt, welche die Bestimmung haben, größere Körner, die etwa in die Zellen hinein gelangen, abzustreifen. Die von den Zellen nicht aufgenommenen Weizen- oder Roggenkörner bester Qualität gleiten die Trommel entlang, treten durch die Öffnungen f, Fig. 171, in den ringförmigen Raum g, dessen äußerer Umfang von einem durchlochten Blechsieb, mit Schlitzen von 24 mm Länge und 2 mm Breite, gebildet wird. Diejenigen gereinigten Körner, welche dieses Sieb passieren, treten, in zwei Größen sortiert, bei h, die größeren Körner bei i aus der Maschine.

Außer den Unkraut-Auslesemaschinen werden auch Maschinen gebaut, welche ausschließlich die Bestimmung haben, die vom Staub gereinigten Körner nach ihrer Qualität zu sortieren oder gemengte Körnerarten von einander zu trennen. Zu den vorzüglichsten Sortiermaschinen gehört das Cylindersieb von Penney & Co. — Lincoln (Trommellänge 1,22 bis 1,83 m, Durchmesser 35—76 cm, Gewicht 255 kg, Leistung pro Stunde 20 hl, Preis 330—410 *M.*), welches aus einem von einer rotierenden Bürste stets rein gehaltenen Drahtgeflecht besteht, dessen Maschen je nach den gewünschten Qualitäten durch stählerne Federn verschieden weit gestellt werden können. Mit zusammengeschobenen Maschen dient dasselbe zum Sortieren feinkörniger Samen, mit weit geöffneten Maschen für großkörniges Getreide, Erbsen und Bohnen. Im Innern des Cylinders ist eine aus Blech gefertigte Schnecke angebracht, welche die Körner gleichmäßig vom Eintritt bis zum Austritt durch die horizontal stehende Trommel führt und auf diese Weise ein rasches Durchlaufen verhindert. Ähnlich gebaut wie das Penney'sche Sieb ist das Cylindersieb von Ransomes, Fig. 174. Dasselbe ist im Innern mit einem Apparat versehen, welcher Steine und andere Gegenstände, die größer als die größten Körner sind, ausscheiden. Dieselben kommen unmittelbar unter dem Rumpf der Maschine heraus. Außerdem besitzt diese Reinigungsmaschine einen Ventilator, um Staub, Spreu ꝛc. abzusondern.

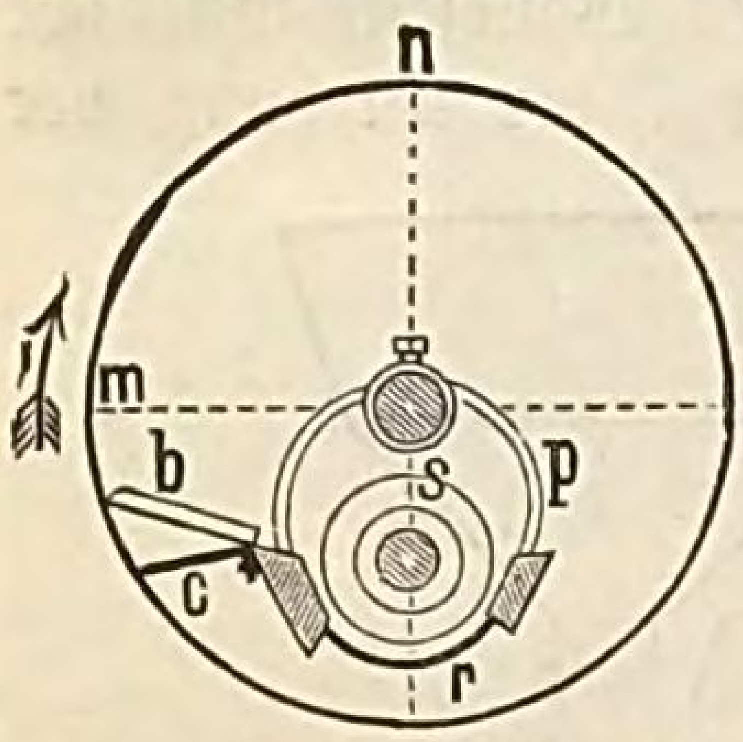


Fig. 172.

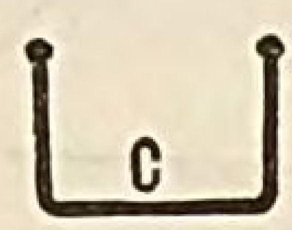


Fig. 173.

Fig. 172. Querschnitt durch die Raden-Auslesemaschine von Pernollet (s. d. Text).
Fig. 173. Abstreifbügel z. B.

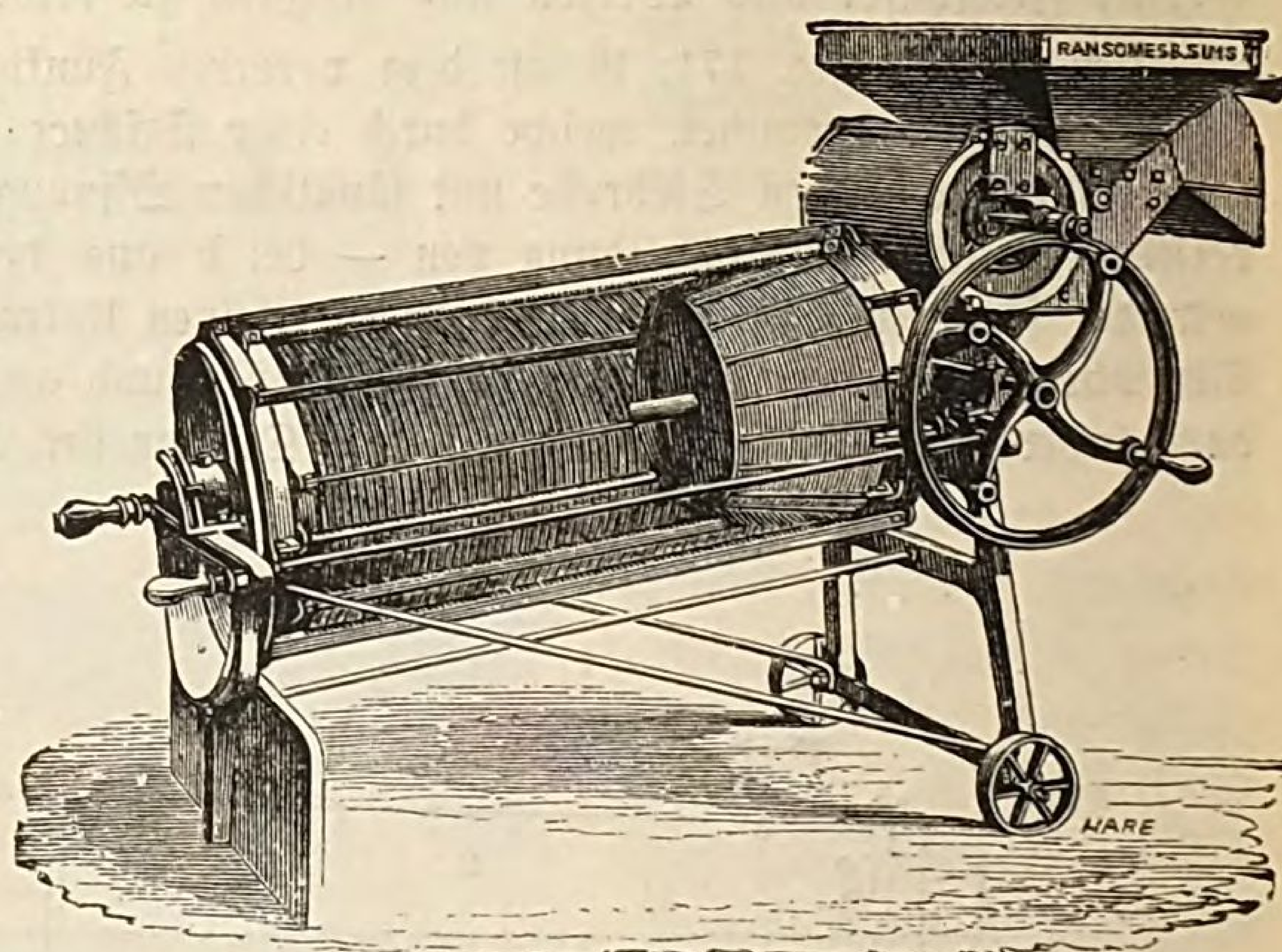


Fig. 174. Cylindersieb mit Steintrichter und Windfege von Ransomes, Head & Jefferies—Ipswich. — Gewicht 360 kg, Preis 408 *M.*

9. Das Aufbewahren von Stroh und Körnern.

Meist begnügt man sich, das ausgedroschene Stroh in Feimen, Diemen oder Triften aufzubewahren. Stehen jedoch Strohböden zur Verfügung, so wird man in denselben vor Allem das Futterstroh, zur besseren Erhaltung des Futterwertes, unterzubringen suchen. An Raum sind im gebundenen Zustand erforderlich bei:

		Raumerfordernis	
	Gewicht pro Bund	pro 100 kg	pro Schock à 60 Bund
Wintergetreidestroh	10 kg	1,75 cbm	10,60 cbm
Haferstroh	7,5 „	2,04 „	9,15 „
Gerstenstroh	6 „	2,63 „	9,50 „
Erbsenstroh	6 „	2,52 „	9,07 „

Die Aufbewahrung der **Körner** erfolgt gewöhnlich auf **Schüttböden**, Speicher, Fruchtkästen, die in den Dachräumen der Wirtschaftsgebäude, mit Ausnahme der Stallungen oder als selbstständige Gebäude eingerichtet werden. Bei der Einrichtung derselben handelt es sich vorzugsweise um eine ebene, möglichst glatte Bodenfläche, welche den Insekten wenig Nistorte gewährt. Außerdem soll für ausreichende, mit feinen Drahtgittern und mit Läden aus Eisenblech verwahrte Fenster gesorgt sein, um bei möglichster Feuersicherheit und Abhaltung von Licht und Vögeln doch einen lebhaften ununterbrochenen Luftzug zu ermöglichen. Sind mehrere Geschosse im Schüttboden übereinander eingerichtet, so sollen dieselben mindestens 2,5 m hoch gehalten werden, um die Frucht bequem abtragen zu können. Die Brauchbarkeit des Schüttbodens wird wesentlich erhöht, wenn durch Aufzüge und durch geeignet angebrachte Schläuche das Auf- und Abtragen der Fruchtsäcke vermieden wird.

Im norddeutschen und schweizerischen Getreidehandel verwendet man 115 cm lange und 70 cm breite (halber Umfang) Säcke, welche 100 kg Roggen oder Weizen fassen; für ländliche Arbeiter eher zu tragen sind jedoch die in Österreich-Ungarn üblichen, 115 cm langen und 45 cm breiten Säcke, welche 1 hl Frucht fassen. Um ein Verschleppen der Fruchtsäcke hintanzuhalten, sind dieselben mit einer möglichst originellen Streifung zu weben oder auf dieselben in möglichst großen und auffallenden Buchstaben der Name des Gutes oder eine andere Bezeichnung anzubringen.

Das frische Getreide darf nur wenige cm hoch aufgeschüttet werden, je weniger ausgetrocknet dasselbe ist; erst später kann man es ohne Gefahr in 0,3—0,6 m hohe Haufen aufschichten. Um das frische Getreide dünn genug aufschütten zu können und um überdies noch genügend Raum zum Umschaufeln zu erhalten, hat man für jeden zu erntenden hl 0,325 qm gedielten Schüttbodenraum zu rechnen.

Um das Dumpfigwerden des Getreides zu verhüten, muß dasselbe, besonders in feuchten Gegenden, gleich nach dem Aufschütten auf den Speicher täglich umgeschaufelt werden. Ein Mann kann in einem Tag 70—85 hl Getreide umschaufeln, 60—70 hl einmessen. Späterhin wird nach Bedarf diese Arbeit etwa nur alle zwei Wochen ausgeführt. In jedem Fall hat man die Getreidehaufen öfters zu untersuchen, um durch rechtzeitiges Umschaufeln ein Warmwerden derselben zu verhüten. Bei feucht eingebrachtem Getreide oder bei Raps wird man die Haufen luftiger erhalten, wenn man die Spreu mit den Körnern auf den Boden bringt.

Der Schwindungsverlust, das Krumpfmaß oder der Bodenabgang beträgt: bei Weizen und Roggen nach 1jähriger Aufbewahrung 3 %, und zwar im 1. Vierteljahr 1,3, im 2. 0,9, im 3. 0,5, im 4. 0,3, und weiterhin über das erste Jahr hinaus vierteljährlich 1/4 %; bei Gerste und Hafer 3,5 % und weiterhin vierteljährlich 0,3 %; bei Hülsenfrüchten 6 %, im zweiten Jahr 3 %; bei Raps und andern Ölfrüchten 12—15 %.

Neben den Speichern verdienen jedoch nur im trockenen Klima die unterirdisch angelegten **Silos** Beachtung. Dieselben bestehen aus flaschenförmigen, ausgemauerten oder bei undurchlässigem Boden auch ohne Ausmauerung, in 3—5 m Tiefe angelegten Gruben, welche, nachdem sie mit gut ausgetrocknetem Getreide bis an den Hals gefüllt, durch aufgelegte Balken und aufgeschütteter, dann festgestampfter Erde vor dem Luftzutritt möglichst abgeschlossen werden. Vor dem Gebrauch des Silos brennt man denselben mit Stroh aus und umgiebt die

Wände kurz vor dem Einfüllen des Getreides, falls keine Ausmauerung vorhanden, mit trockenem Stroh. Ein 50 cbm großer Silo vermag 500 hl Körner zu fassen. Hat man das Getreide möglichst trocken in den Silo eingebracht, so hält es sich ganz vortrefflich und ist überdies am sichersten gegen Feuer geschützt. In lockerem Boden und bei Silo ohne Ausmauerung können jedoch leicht Mäuse und durch deren Gänge Regenwasser eindringen.

Bei größeren, zur Aufbewahrung gelangenden Getreidemassen kommen an Stelle der Schüttböden Getreidetürme von Sinclair, Devaux, Vallery, Pavy ꝛc. in Amerika oberirdische Getreidesilos (Elevatoren) zur Verwendung, die mit Vorrichtungen versehen sind, welche das Lüften und Umwenden des Getreides auf ebenso einfache, als billige Weise ohne Umschaufeln erzielen lassen.

Bei den vielfach bewährten John Sinclair'schen Getreidetürmen, Fig. 175, wird das Getreide durch eine Winde f und die Thüren a in das obere Stockwerk geschafft und durch die Öffnungen g in das Gebäude entleert. Das ganze Gebäude durchziehen kreuz und quer dachförmig aufgestellte Holzrinnen r, welche der Luft durch die mit Draht versicherten Öffnungen h in den Umfassungsmauern den Eintritt in die Getreidemassen gestatten. In dem untersten durch Thüren b zugänglichen Geschoß befinden sich Trichter i, welche je zu 3 in durch Schieber k verschlossene, größere Trichter münden. Läßt man einige Hektoliter Getreide durch diese Trichter ab, so entsteht in dem Getreide der betreffenden Turmabteilung eine so gründliche Bewegung, als nur immer durch Umschaufeln erzielt werden könnte.

Eine sehr sichere Aufbewahrungsart ist die von Dr. Louvels (Dingler's polytechnisches Journal 1872. 204. Bd. S. 261 ff.) vorgeschlagene Aufbewahrung in einem Vakuum. Die Kosten eines derartigen cylinderförmigen Apparates betragen jedoch inklusive Luftpumpe für 1000 hl 1320 *M.* 660 fl. Über die in Amerika zur Einlagerung von Getreide gebräuchlichen Getreidesilos (Elevatoren) vergl. E. Perels, Handbuch des landwirtschaftlichen Transportwesens. Jena 1882, S. 407 u. ff.

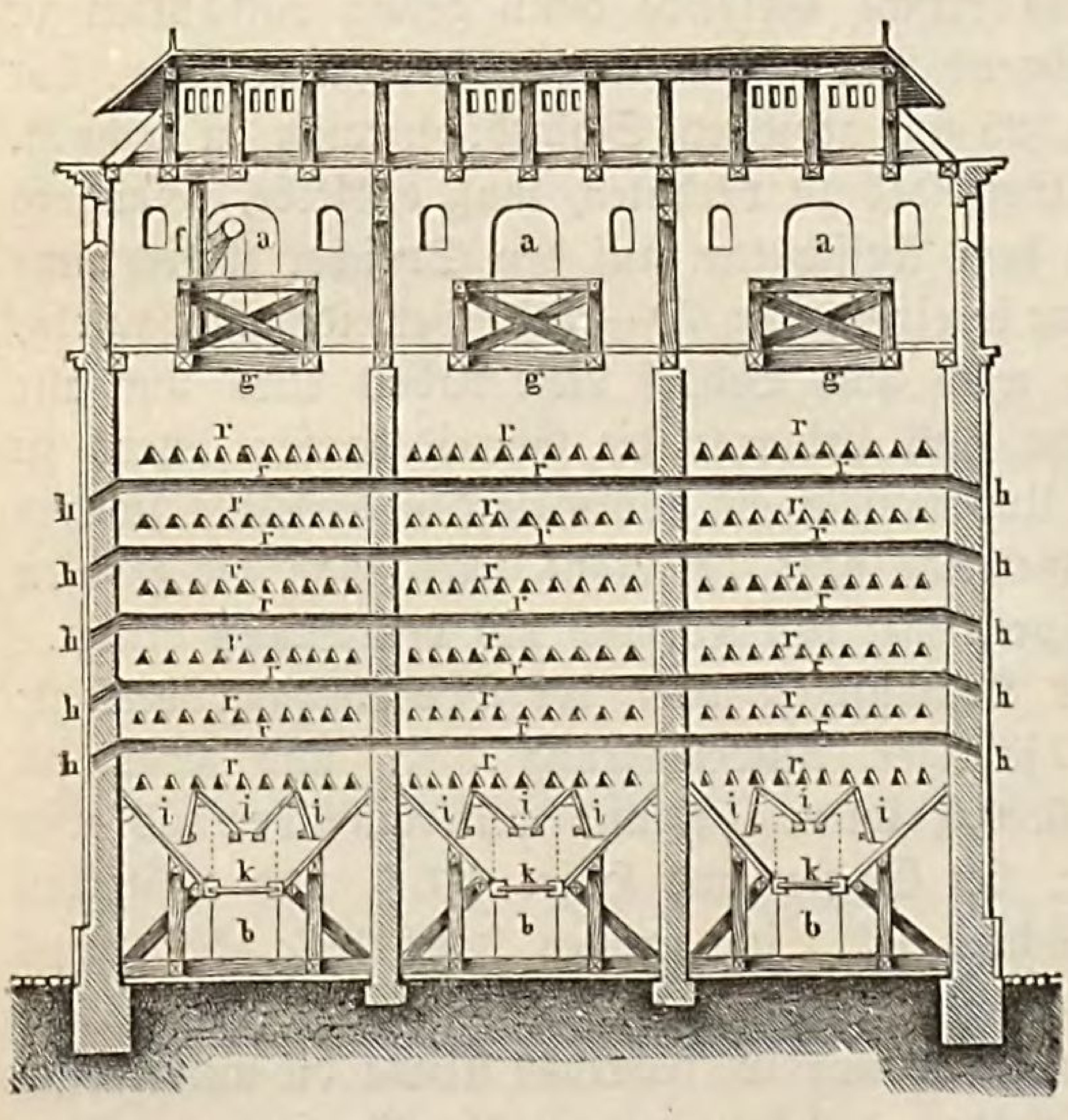


Fig. 175. Getreideturm von J. Sinclair (s. d. Text).

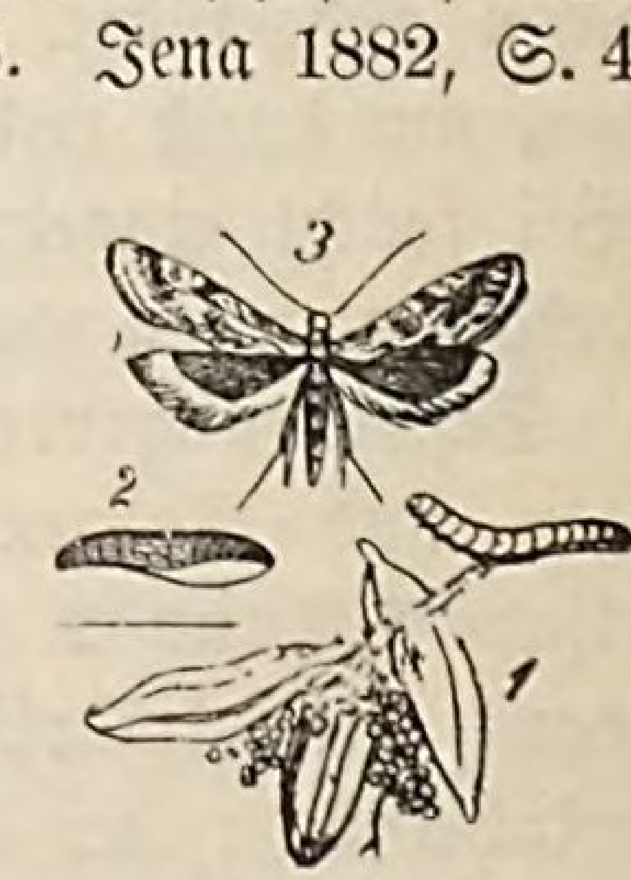


Fig. 176. Kornmotte (Tinea granella L.) — 1. Raupe an zusammengesponnenen Gerstenkörnern mit Exkrementen; 2. etwas vergrößerte Puppe; 3. Motte.

Den Fruchtvorräten werden besonders der weiße und schwarze Kornwurm verderblich. Bemerkt man im August und September auf den Getreidehaufen einige, zuweilen bis zu 20 und 30, durch ein weißgraues Gespinnst und weißlichen Unrat verbundene Klümpchen von Körnern, so hat man es mit dem ersteren

Schädling, dem weißen Kornwurm oder der Kormotte (Tinĕa granēlla L.), Fig. 176, zu thun, deren Raupe das Innere der Körner ausfrißt und mit den erwähnten Gespinnsten umgiebt. Zur Verpuppung sucht die im September ausgewachsene Raupe Balkenfugen oder Bretterritzen auf. Aus der Puppe erscheint dann im April bis Juli der kleine, silbergrau gefärbte Schmetterling. Der zweite Schädling, der schwarze Kornwurm oder Getreiderüsselkäfer (Sitophĭlus granarĭus L.),

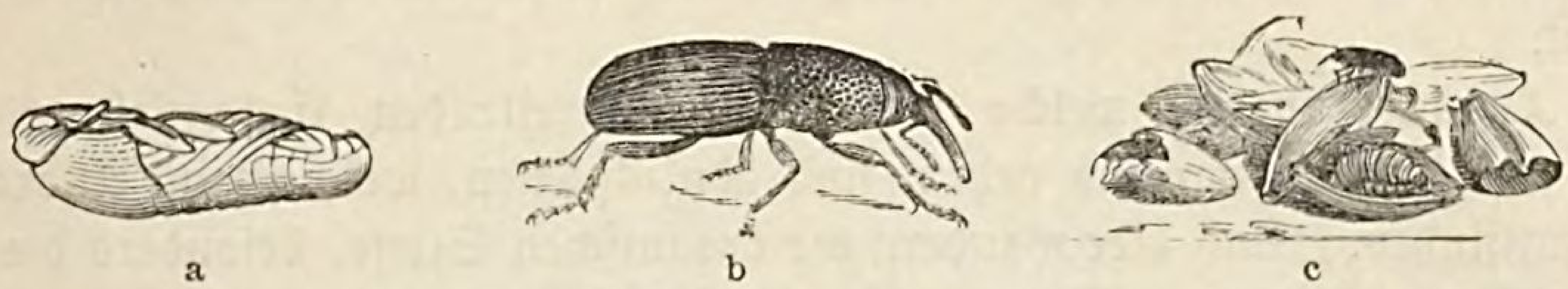


Fig. 177. Getreiderüßler, schwarzer Kornwurm (Sitophĭlus granarĭus L.). — a Puppe, b Käfer, vergrößert, c Larve und Käfer an Gerstenkörnern, kaum vergrößert.

Fig. 177, legt dagegen, nachdem er in Ritzen überwintert hat, seine Eier in die Getreidekörner, von deren Inhalt sich weiterhin Larve und Käfer ernähren. Die Verpuppung erfolgt innerhalb der Körner. Aus der Puppe entwickelt sich im Juli die erste Generation des Käfers, aus dessen Brut im September Käfer zweiter Generation hervorgehen.

Gegen beide Schädlinge, die Motte und den Käfer, welche oft bedeutende Kornvorräte vernichten können, empfiehlt sich ein sorgsames Reinhalten der Speicher, Verstreichen aller Fugen und Ritzen mit Kalk, Theer, Ausstreuen von Chlorkalk, Entfernen des alten, oft in Winkeln herumliegenden, verstaubten Getreides, fleißiges Umschaufeln und Werfen der Frucht, besonders im Frühjahre und im Juli. Zeigen sich die Schädlinge erst vereinzelt, so suche man nach Möglichkeit die an den Wänden sitzenden Motten, in den Wintermonaten die Puppengespinnste, dann die Käfer, welche sich durch hingelegte Schaffelle anlocken lassen, zu vernichten. Bei kleineren Quantitäten angegriffenen Getreides können die Raupen und entsprechend die Larven und Puppen des Käfers durch Dörren im Backofen, jedoch nicht über 50° C., um nicht die Keimkraft der Körner zu zerstören, getödtet werden. Für alle Fälle muß das ergriffene Getreide so rasch als möglich von dem Schüttboden entfernt werden. Ist das Übel schon zu weit vorgeschritten, so bleibt schließlich nichts anderes übrig, als den Schüttboden ganz zu leeren, sorgfältig bis in die kleinsten Winkel unter Anwendung scharfer Lauge zu reinigen und ein Jahr lang unbenutzt stehen zu lassen.

3. Die Knollen- und Wurzelernte.

Bei den Wurzelgewächsen, den Knollenfrüchten, den Gewürz- und Arzneipflanzen, Süßholz und Meerrettig, der Farbepflanze: Krapp, wird bei der Ernte der im Boden befindliche Teil der Pflanze, die Wurzel oder der unterirdische Stamm gewonnen, während der oberirdische Teil gewöhnlich dem Boden als Düngung einverleibt wird.

Wenn es schon bei den Getreide- und Futterpflanzen, von welchen nur die oberirdischen Pflanzenteile geerntet werden, schwierig ist, den richtigsten Erntezeitpunkt zu bestimmen, so wird dies um so schwieriger bei Pflanzen, die ihren nutzbaren Teil im Boden ausbilden, und die, wie die Rübengewächse, unter gewöhn-

lichen Verhältnissen nicht im ersten, sondern im darauf folgenden Jahre ihre Vegetation mit der Blüten- und Fruchtbildung abschließen. Wenn man sich nicht durch die Größenentwickelung und sonstige Beschaffenheit der probeweise aus dem Boden genommenen Wurzeln oder Knollen leiten lassen will, dient hier als einziger Anhaltspunkt das Absterben des Krautes oder das Gelbwerden der Blätter. Bei mehrjährigen Wurzelfrüchten, welche gewöhnlich vor dem Frosteintritt geerntet werden müssen, entscheidet für den Beginn der Ernte das Herannahen der späten Jahreszeit.

Die Veränderungen, welche mit der fortschreitenden Entwickelung in den Wurzeln und Knollen vor sich gehen, sind ähnlich jenen, welche beim Ausreifen der Samen stattfinden. Auch hier wandern die organischen Stoffe, besonders die Stärke, aus den grünen Pflanzenteilen, nur in anderer Richtung und zwar nach abwärts in die unterirdischen Pflanzenteile, um dort bei der Zuckerrübe in Zucker umgewandelt oder bei der Kartoffel als Stärke aufgespeichert zu werden. Diese Wanderung nimmt mit fortschreitendem Alter der Wurzeln und Knollen bis zur Reife hin stetig zu, so zwar, daß, günstige Witterung vorausgesetzt, jede Verzögerung der Ernte, so lange die Blätter noch grün, eine Vermehrung der nutzbaren Stoffe ermöglicht.

Das Ernteverfahren ist in der Regel sehr einfach, es beschränkt sich auf das Ausnehmen der Wurzeln und Knollen mit der Hand unter Mithilfe der Haue, des Spatens, des Karstes oder der Mistgabel. Bei Knollengewächsen werden die Knollen mit dem Pflug, dem Häufelpflug, dem Kartoffelaushebepflug oder der Kartoffelerntemaschine aus dem Boden gebracht und mit der Hand aufgenommen. Die Leistungsfähigkeit einer Person bei dem Herausnehmen der Rüben, deren Köpfe und Blätter mit einem Messer abgeschnitten werden, beträgt 0,05 – 0,07 ha, bei Kartoffeln einschließlich des Sammelns 0,03—0,04 ha. Bei Anwendung des Pfluges können im Tag 0,8—1,25 ha Kartoffeln, zu deren Sammlung je nach dem Ertrage 20—40 Personen erforderlich sind, oder 0,18 – 0,3 ha Rüben aus dem Boden gebracht werden. Bei dem Ausnehmen hat man darauf zu achten, daß die Geräte so tief geführt werden, daß die sämtlichen unterirdischen Teile gewonnen werden. Außerdem müssen die Knollen und Wurzeln möglichst unverletzt ausgehoben werden, da verletzte Stellen leicht zur Fäulnis Veranlassung geben. Die Blätter oder die Krautteile werden von den Wurzeln bei der Ernte abgeschnitten, auf dem Feld gleichmäßig ausgebreitet und später untergepflügt.



Fig. 178. Kartoffelaushebepflug von J. & F. Howard-Bedford. — Gewicht 89 kg, Preis 92 *M*.

Das größte Hindernis für die Anwendung von Erntegeräten bei Kartoffeln und Rüben bildet das Kraut. Durch dasselbe werden leicht Verstopfungen herbeigeführt, die das Gerät unwirksam machen. Feuchte oder

nasse Erde erhöht nicht nur die Ansprüche an die Zugkraft, sondern führt gleichfalls zu Verstopfungen der Geräte.

Am wenigsten haben sich der Hansom'- oder Graf Münster'sche Kartoffelgraber bewährt, welche durch rotierende Gabeln das Ausnehmen bewerkstelligen sollen. In gewissen Fällen, bei trockenem, lockerem Boden und mäßig hohem und dichtem Kraut leistet der Howard'sche Kartoffelaushebepflug, Fig. 178, noch die besten Dienste. Derselbe ist ein Häufelpflug, dessen Streichbretter gitterartig geschlitzt sind. Bei dem Gebrauch desselben wird ein Kartoffelkamm nach dem anderen gespalten, dabei fällt die Erde durch die Streichbretter, während die Kartoffeln abrollen und auf die gelockerte Erde gelegt werden. Die Abbildung einer Kartoffelerntemaschine von Siedersleben s. Bd. II. Pflanzenbaulehre. 3. Aufl. Berlin 1881. Kap.: Die Kartoffel.

Brauchbarer als die Kartoffelaushebepflüge sind die Rübenheber.

Die bekannteste Form derselben, welche zuerst von Hohenheim aus verbreitet wurde, besteht aus einem einfachen, mit Flacheisen verstärkten Holzgestell, welches als arbeitenden Teil zwei sechartige, mit einer Querstange verbundene, unten sich flügelartig ausbreitende Aushebeschare trägt. Durch die Schare wird das Erdreich um die Rübe gelockert, während die Querstange die Rübe von der Pfahlwurzel abtrennt und in die Höhe hebt, so zwar, daß sie dann leicht von einem Arbeiter aus dem Boden aufgenommen werden kann. Eine verbesserte Form ist der Rübenausheber von Pracner, Fig. 179.

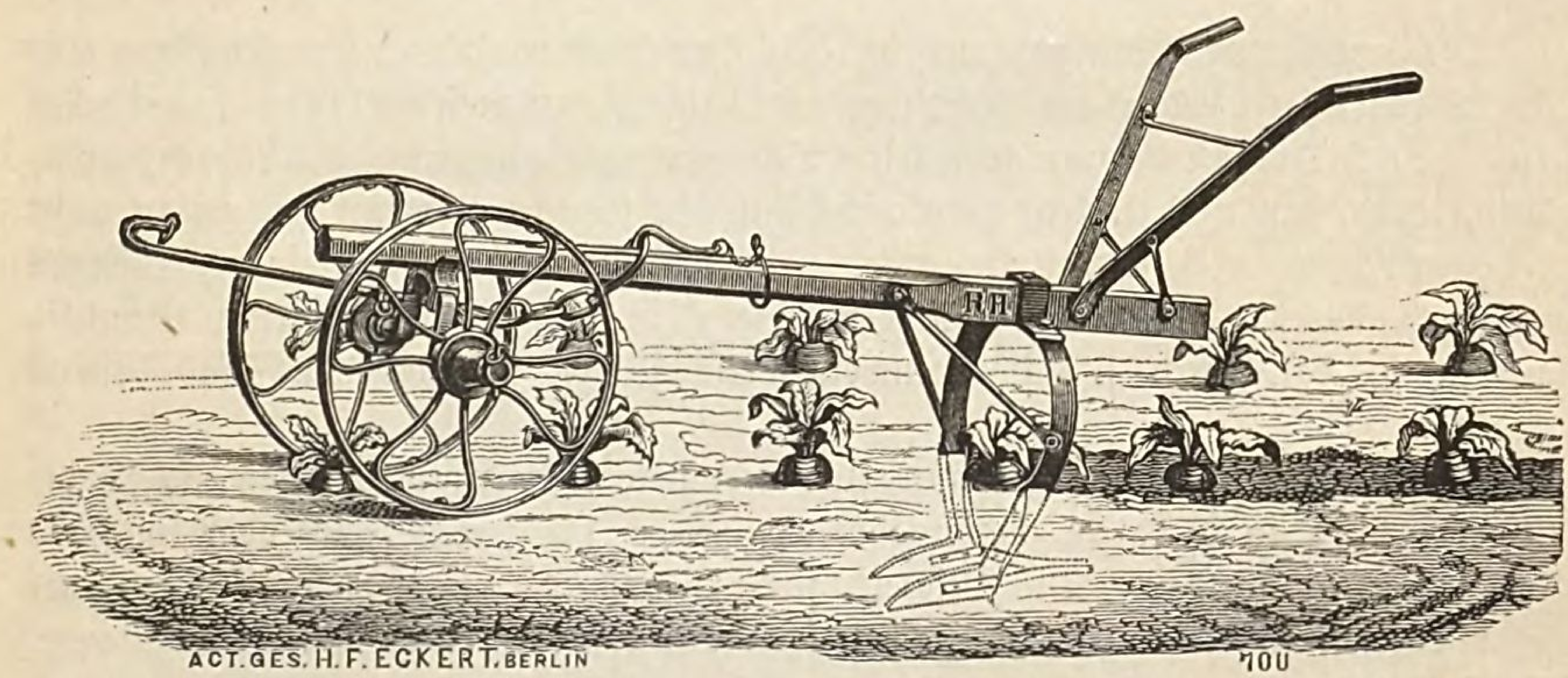


Fig. 179. Pracner's Rübenheber. — Gewicht 64 kg, Tiefgang 12—15 cm, Preis bei H. F. Eckert—Berlin 65 *M.*

Um die Wurzel- und Knollenfrüchte ohne Verlust aufbewahren zu können, müssen alle nachteiligen Einflüsse fern gehalten werden, welche entweder ein gänzliches Verderben der Wurzeln und Knollen, oder eine Verminderung ihres Nährwertes herbeiführen können. Am nachteiligsten ist die Einwirkung des Frostes. Erfrorenes Wurzelwerk ist nicht nur ungeeignet zur Fütterung, sondern auch ungeeignet zur technischen Verarbeitung. Gleich schädlich wie der Frost ist ein Übermaß von Wärme, besonders dann, wenn dieselbe mit Feuchtigkeit verbunden ist. Wärme und Fruchtigkeit begünstigen nicht nur das Verfaulen der Wurzeln und Knollen, sondern auch gegen das Frühjahr hin das mit Substanz verlustverbundene vorzeitige Auswachsen. Die in Aufbewahrung befindlichen Kartoffeln werden selbst unter den günstigsten Umständen durch Verdunsten des Wassers und gegen das Frühjahr hin auch durch Verlust an Stärke und stickstoffhaltigen Substanzen an Gewicht verlieren. In den Aufbewahrungsräumen muß man daher nur so

viel Wärme, 4—5° C., zu erhalten trachten, daß die Knollen nicht erfrieren und daß der Zersetzungsprozeß der organischen Bestandteile und das Austreiben der Knospenaugen bei den Knollen-, der Herzblätter bei den Wurzelfrüchten verhindert werde. Das Austreiben wird überdies durch Hintanhaltung der Feuchtigkeit vermieden.

Die Versuche Nobbe's (Landwirt. Versuchsst. VII. S. 452) über die Veränderungen der Kartoffeln während der Winterruhe ergaben bei verschiedener Aufbewahrung folgende Resultate:

	hell				dunkel			
	trocken		feucht		trocken		feucht	
	kühl (10-16°C.)	warm (23-25° C.)	kühl (10-16°C.)	warm (23-25° C.)	kühl (10-16°C.)	warm (23-25° C.)	kühl (10-16°C.)	warm (23-25° C.)
Gesamtverlust in % nach 6 monatl. Aufbewahrung	34,05	57,25	20,15	57,65	34,45	63,25	13,35	62,1
Verminderung von 100 Tl. ursprünglichem Stärkemehl auf Teile	87,8	59,0	65,0	50,8	60,4	63,9	64,6	54,4

Die erwähnten Bedingungen für eine gute Aufbewahrung von Knollen- und Wurzel-Früchten werden am leichtesten in luftigen, trockenen Kellern zu erreichen sein. Leicht dem Verderben ausgesetzte Wurzeln und Knollen wie Möhren, Kohlrüben, Kartoffeln u. dgl. legt man nicht auf den feuchten Boden, sondern in nicht zu hohen Lagen auf luftige Lattenroste. Für die gute Erhaltung kleinerer Mengen und wertvollerer Knollen und Wurzeln, wie z. B. von Speisekartoffeln, Gemüsewurzeln u. dgl. wird sich schichtenweises Einschlagen in trockenen Sand bestens bewähren.

Fehlen hinreichend ausgedehnte und geeignete Kellerräumlichkeiten, so ist die Aufbewahrung in Mieten vorzunehmen, welche im freien Feld oder im Hofraum angelegt werden. Die Mieten sind je nach der Bodenbeschaffenheit entweder vertieft in die Erde oder unmittelbar auf dem geebneten Boden anzulegen. Die Aufbewahrung in Gruben, welche 1—1,5 m tief in trockenem Sandboden ausgehoben werden, ist gewöhnlich wärmer, daher im allgemeinen weniger zu empfehlen, als die Aufbewahrung über der Erde oder in nur wenige cm in den Boden eingelassenen Mieten. In den Gruben oder auf den mäßig vertieften Lagerplätzen werden die Wurzeln und Knollen derart aufgeschichtet, daß sie einen dachförmigen Haufen bilden. Die Breite des Haufens hängt vorzugsweise von der Beschaffenheit der aufzubewahrenden Wurzeln oder Knollen ab. Je mehr diese, wie z. B. zur Saat bestimmte Kartoffelknollen, durch Faulen und Auswachsen leiden könnten, um so schmäler, etwa 1—1,5 m breit, hat man die Miete anzulegen. Rüben, Kartoffeln, welche bald zur Verfütterung oder Verarbeitung gelangen, können in ungefähr 1,5—2 m breiten Mieten aufbewahrt werden. Die Länge der Miete richtet sich nach dem aufzubewahrenden Quantum. Die fertige Miete wird noch mit trockenem Sand oder Erde bedeckt und zwar bis vor dem Frosteintritt, anfänglich nur mit einer etwa 16 cm dünnen Schichte, da unmittelbar nach dem Einmieten die Knollen und Wurzeln einen Teil ihres Wassers durch Verdunstung

verlieren. Dieses Wasser, soll es nicht Anlaß zum Verfaulen der Wurzeln rc. geben, kann durch die geringere Erdbedeckung leichter entweichen. Die Auflage von Stroh vor der Bedeckung der Miete, um das Hineinfallen der Erde zwischen den Haufen zu verhüten oder die Anlage von sog. Dunstschläuchen verursacht mehr Schaden als Nutzen, da durch das Niederschlagen der Feuchtigkeit ein Verfaulen des Strohes und in Folge dessen eine schädliche Wärmeentwickelung eintritt. Ist die Miete mit Erde bedeckt, so zieht man in angemessener Entfernung von dem Haufen einen kleinen Graben, welcher das Eindringen des Frostes hintanzuhalten, und zur Ableitung des Regen- und Schneewassers zu dienen hat. Mit dem Herannahen stärkerer Fröste oder mit dem Eintritt ausgiebigerer Regen, welche die leichte Bedeckung durchdringen könnten, vermehrt man die Erdschichte bis auf eine Dicke von 0,5 m und mehr. Verschärft sich der Frost, so legt man Pferdemist, Laub u. dgl. als schützende Decke auf. Im Frühjahre ist die Erdbedeckung wieder zu vermindern, damit das Auswachsen vermieden werde.

Eine dauerhafte Aufbewahrungsart der Knollen gewährt schließlich die Einsäuerung. Bei derselben werden die vorher in einer hölzernen Lattentrommel reingewaschenen Kartoffeln in einem Bottich abgedämpft und nach dem Dämpfen auf einem gepflasterten Boden ausgebreitet, nachdem sie etwas abgekühlt, zerstampft und nach vollständigem Abkühlen in 1—2 m tiefe, 2—2,5 m breite und beliebig lange Gruben mit senkrechten Seitenwänden in ca. 15 cm dicken Schichten so lange eingetreten, bis der Kartoffelbrei nicht mehr nachgibt. Die volle Grube wird schließlich 1 m hoch mit Erde luftdicht abgeschlossen. Im eingesäuerten Zustand halten sich die Kartoffeln ein volles Jahr und geben ein sehr schmackhaftes, vom Vieh gern gefressenes Futter.

4. Die Ernte einzelner Pflanzenteile.

Von der überwiegendsten Zahl unserer Kulturpflanzen wird entweder die ganze Pflanze oder deren oberirdischer Teil, der Stengel mitsamt den Blättern und Blütenteilen im grünen oder ausgereiften Zustand und nur bei einigen Pflanzen ein oder einige wenige Pflanzenteile, die Knolle, der Stengel und das Blatt, das Blatt, die Blüte, der Blütenteil, der Fruchtstand oder die Frucht geerntet.

Außer den Wurzel- und Knollenfrüchten werden unter Umständen auch einige Hülsenfrüchte und Handelsgewächse durch Ausziehen der ganzen Pflanze mitsamt der Wurzel aus dem Boden geerntet. Bei ersteren werden jedoch zum Unterschied von letzteren nach dem Herausnehmen der ganzen Pflanze aus dem Boden noch die grünen Teile von der Wurzel oder der Knolle getrennt. Die Hülsenfrüchte, welche gewöhnlich wie das Getreide geerntet werden, können auch mit der Wurzel ausgerauft werden, wenn einem Verlust durch Körnerausfall möglichst vorgebeugt werden soll; es geschieht dies am häufigsten bei: Phaseolen, Linsen, Pferdebohnen, stark gelagerten Erbsen, welche mit der Sense oder der Sichel schwer zu schneiden sind. Die ausgerauften Pflanzen werden in Garben gebunden, im Feld oder zu Hause auf luftigen Böden völlig getrocknet und schließlich in der Scheune ausgedroschen. Von den Handelsgewächsen im weiteren Sinne werden Flachs und Hanf, bei welchen es sich um die Erlangung einer möglichst langen Faser handelt, mit der Hand ausgerauft und nach dem Trocknen in Puppen oder Kapellen, die Wurzeln durch Abschneiden, die Samen durch Abriffeln von den Stengeln getrennt.

Von im Boden befindlichen Pflanzenteilen werden für sich allein die Knollen des Topinambur und in gewissen Fällen auch der Kartoffel und die Wurzeln der Rüben gewonnen. Die Topinamburknollen läßt man gewöhnlich, nachdem im Herbst die dürren Stengel mit dem Laub abgeschnitten wurden, über Winter im Boden liegen, da sie in demselben den Winter am Besten überstehen. Im nächsten Frühjahre pflügt man sie dann nach Bedarf aus dem Boden. Bei Kartoffeln und Rüben werden Knollen und Wurzeln für sich allein aus dem Boden gepflügt, wenn das Kraut oder Blattwerk zur Verfütterung oder bei der Kartoffel zur Hemmung der Ausbreitung des Kartoffelpilzes kurz vor der Ernte abgeschnitten wurde.

Die Stengel und Blätter werden im abgetrockneten Zustand als Stroh durch Abhacken mit der Haue oder durch Abschneiden mit dem Messer bei Topinambur und bei solchen Pflanzen gewonnen, bei welchen, wie bei Mais, Mohrenhirse, der Fruchtstand für sich geerntet wird.

Das Blatt wird mit den Fingern oder mit dem Messer, vornehmlich bei Tabak und bei Waid vom Stengel abgenommen. Kleinere Landwirte pflegen bei Rüben, Kartoffeln und Krautpflanzen einen Teil der Blätter abzunehmen, abzublatten, um im Sommer Futter zu erhalten. Werden die Rüben zu früh abgeblattet oder das Kartoffelkraut zu früh abgeschnitten, so wird die Wanderung der in den Blättern gebildeten organischen Substanz in die Wurzeln oder unterirdischen Stammteile unmöglich gemacht. Die Wurzeln und Knollen können dann nicht ihren vollen Gehalt an Zucker und Stärke erreichen. Das Abblatten oder Abnehmen des Krautes bleibt nur dann ohne erheblichen Schaden für den Hauptertrag, wenn es kurz vor der Ernte vorgenommen wird, zu welcher Zeit die Lebensthätigkeit der Pflanze ohnehin zum Abschluß kommt.

Über den Einfluß des Abblattens auf den Ertrag und Gehalt der Zuckerrüben geben die Untersuchungen von Dr. J. Breitenlohner (Org. d. Ver. f. Zuckerrübenindustrie i. d. öst.-ungar. Monarchie. Wien 1873, S. 1) lehrreiche Aufschlüsse.

Wurde abgeblattet	Monat der Abblattung			Totalgewicht der vor und bei der Ernte abgenommenen Blätter in kg	Erntegewicht von 100 Wurzeln in kg	Stückgewicht der Wurzel in kg	Zucker	Nichtzucker	Quotient
	Juli	Aug.	Sept.						
	Blätter von 100 Stück in kg						in Prozenten		
Keinmal	—	—	—	5,5	37,3	0,38	17,181	1,780	90,61
1 mal	11,2	—	—	14,3	19,9	0,20	18,705	1,358	93,23
"	—	19,6	—	22,8	31,2	0,31	16,802	1,685	90,89
"	—	—	9,2	12,2	29,8	0,29	16,984	1,685	90,97
2 mal	10,1	7,4	—	20,1	17,4	0,17	16,577	1,763	90,39
"	10,8	—	6,0	19,2	20,2	0,20	16,701	1,705	90,74
"	—	15,0	4,9	22,2	30,6	0,30	15,580	1,863	89,32
3 mal	10,6	8,9	3,2	25,0	15,1	0,15	14,765	2,068	87,71

Die Blüte bildet das Ernteobjekt bei dem Safran (Crocus satīvus). Dieselbe wird in vollkommen aufgeblühtem Zustand zeitlich am Morgen abgebrochen. Nachdem die Safranblüte einige Tage abgetrocknet, werden die Narben mit Vorsicht herausgenommen und im Backofen mit möglichster Sorgfalt vollständig getrocknet.

Die Ernte der Blumenblätter findet nur bei dem selten angebauten Safflor

(Carthămus tinctorĭus) statt. Dieselben werden, nach und nach, wie sie sich dunkelrot färben und abzuwelken beginnen, abgenommen.

Die alleinige Ernte der Frucht oder des ganzen Fruchtstandes wird entweder bei Gewächsen mit sehr wertvollen Samen oder Früchten, wie bei Hopfen, Weberkarden, Mohn, Fenchel, mitunter auch bei Rotklee oder bei Gewächsen, welche einen großen Fruchtstand besitzen, wie bei Mais, Kürbis, Gurken, Sonnenblumen oder schließlich bei Gewächsen, deren Samen zu ungleicher Zeit ausreifen und daher leicht ausfallen, wie bei Lupinen, Zuckerrüben ꝛc. vorgenommen.

Die Ernte des Fruchtstandes gleichzeitig von vielen Pflanzen steht nur vereinzelt bei der Gewinnung der Rotkleeköpfe im Gebrauch, indem man mit einem Kamm, der vorn an einem schaufelartigen Behälter zur Aufnahme der Kleeköpfe angebracht ist, in der Höhe der Köpfe über die Kleepflanzen streift und jene von den stehenbleibenden Stengeln abtrennt. Häufiger werden die Fruchtstände einzeln entweder mit einem verschieden langen Stengelstück oder ohne dasselbe von den Pflanzen abgenommen.

Bei dem Hopfen werden z. B. die mit reifen Dolden besetzten Ranken von dem Stock abgetrennt, in 0,5 m lange Stücke geschnitten und von diesen die Dolden an einem geeigneten Platz am Feld selbst oder im Hof mit dem Fingernagel einzeln abgepflückt. Bei dem Abpflücken läßt man einen 1,5 cm langen Stiel an der Dolde, um dieselbe vor dem Auseinanderfallen zu sichern.

Bei den Weberkarden erfordert die spätere Verwendung die Belassung eines wenigstens 25 cm langen Stengelstückes am Kopf. Die Köpfe werden nach dem Abblühen, ebenso wie die Dolden des Fenchels, die Rosen der Sonnenblume, die Mohnköpfe ꝛc. in dem Maß als die Samen in den Fruchtständen nach und nach ausreifen, durch Abschneiden vom Stengel geerntet.

Zuckerrübenkerne werden häufig mit den Stengeln geerntet und nach dem Trocknen durch Dreschen und Abpflücken von denselben getrennt. Bei besonders wertvollen Sorten pflegt man jedoch die Kerne auch unmittelbar, sowie sie nach und nach reifen, von den Stengeln der stehenden Pflanze abzubrechen.

Der Fruchtstand allein ohne Stengelstück wird nur bei Mais und kürbisartigen Gewächsen von dem stehenbleibenden Stamme abgebrochen. Von den geernteten Maiskolben werden schließlich die Körner, nach dem Trocknen im Freien oder in besonders eingerichteten Trockenhäusern, durch den Dreschflegel oder durch Abstreifen mit einem stumpfen Messer oder durch Maisentkörnungsmaschinen von der Fruchtspindel abgetrennt.

5. Die Transportgeräte.

In der mitteleuropäischen Landwirtschaft dienen innerhalb der Wirtschaft zur Fortbewegung von Lasten durch:

1. Menschenkraft: Tragen (z. B. Düngertragen, S. 163, Tragbutten für Fäkalien, S. 171 ꝛc.), Schiebkarren (S. 192), Handkarren und Handwagen;

2. Zugtiere: vorzugsweise zweiachsige Räderfuhrwerke (z. B. Wirtschaftswagen, Erntewagen, S. 266, Steinwagen, S. 78, Düngerwagen, S. 166 und 167, Latrinenwagen, S. 172 ꝛc.), auch Schlitten (im Winter; für den Erdtransport Muldbretter, S. 83; Pflugschlitten ꝛc.) und Schleifen (Heuschleifen) seltener einachsige Karren (Wirtschaftskarren, Jauchekarren, S. 169, Milchkarren ꝛc.), noch

seltener werden statt Zugtiere Tragtiere verwendet; dagegen kommen zur Verringerung der Zugkraft in neuester Zeit Schienenbahnen immer mehr in Verwendung;

3. Dampfkraft zur Fortschaffung schwerer Lasten: Straßenlokomotiven.

Zum Heben von Lasten dienen überdies für die verschiedensten Motoren: Aufzüge (z. B. in Schüttboden, S. 285), Pumpen (Brunnen, Jauchepumpen, S. 164, Zentrifugalpumpen für Be- und Entwässerungen ꝛc.), Schöpfräder, hydraulische Widder ꝛc.

Außer den bereits besprochenen Transportmitteln sind daher noch zu beachten: 1. der Wirtschaftswagen, 2. die Schienenbahn und 3. die Straßen-Lokomotive.

1. Der Wirtschaftswagen.

Der Räderwagen besteht aus den Wagenrädern, den Achsen und dem Wagengestell. An dem Wagenrad unterscheidet man den durch den eisernen Radreif zusammengehaltenen Felgenkranz, welcher durch 12—14 Speichen mit der Nabe verbunden ist. Die Festigkeit des Rades wird erhöht, wenn den Speichen ein Sturz von 0,1 m auf 1 m Länge gegeben wird. Die Radachsen haben jederseits einen kegelförmigen oder cylindrischen Achsenzapfen, Achsenschenkel, welchen man eine Neigung von etwa 0,1 m auf 1 m Länge nach abwärts, einen Unterlauf, gibt, damit die Räder auf gewölbtem Boden besser auflaufen und das Abfallen des Rades vermieden wird, da die Radnabe stets gegen den Achsenanlauf, den Stoß, angedrückt wird. Durch Sturz und Unterlauf wird der Laderaum des Wagens erheblich verbreitert. Die Spurweite des Wagens beträgt 1,1—1,5 m,

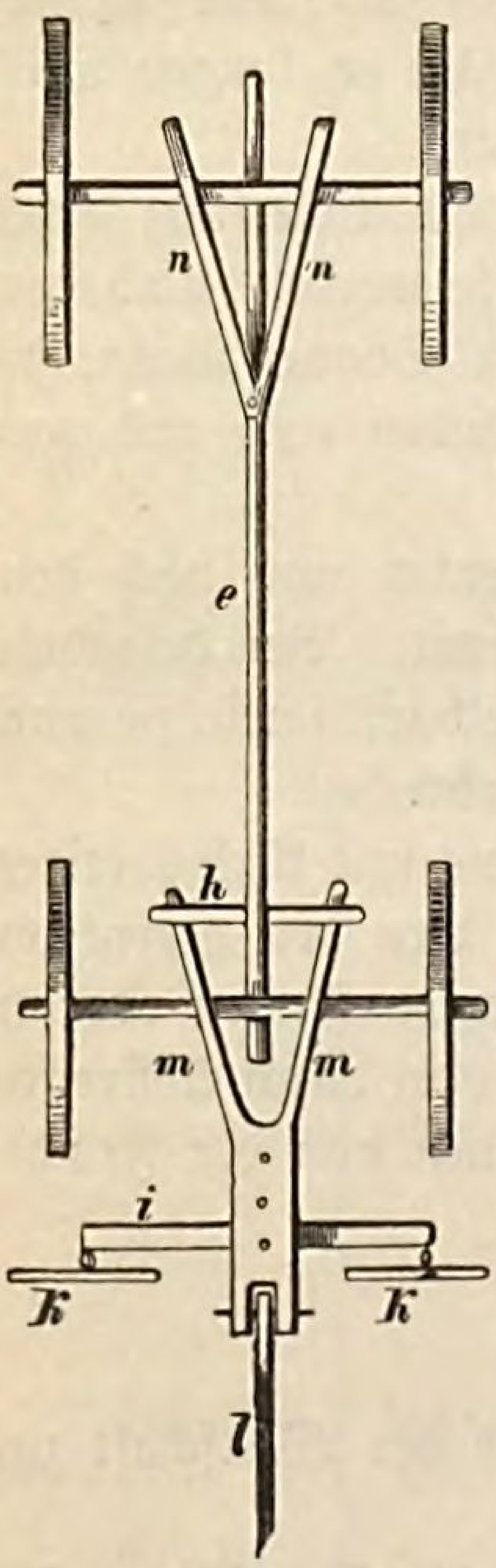


Fig. 180. Wagenuntergestell, Oberansicht.

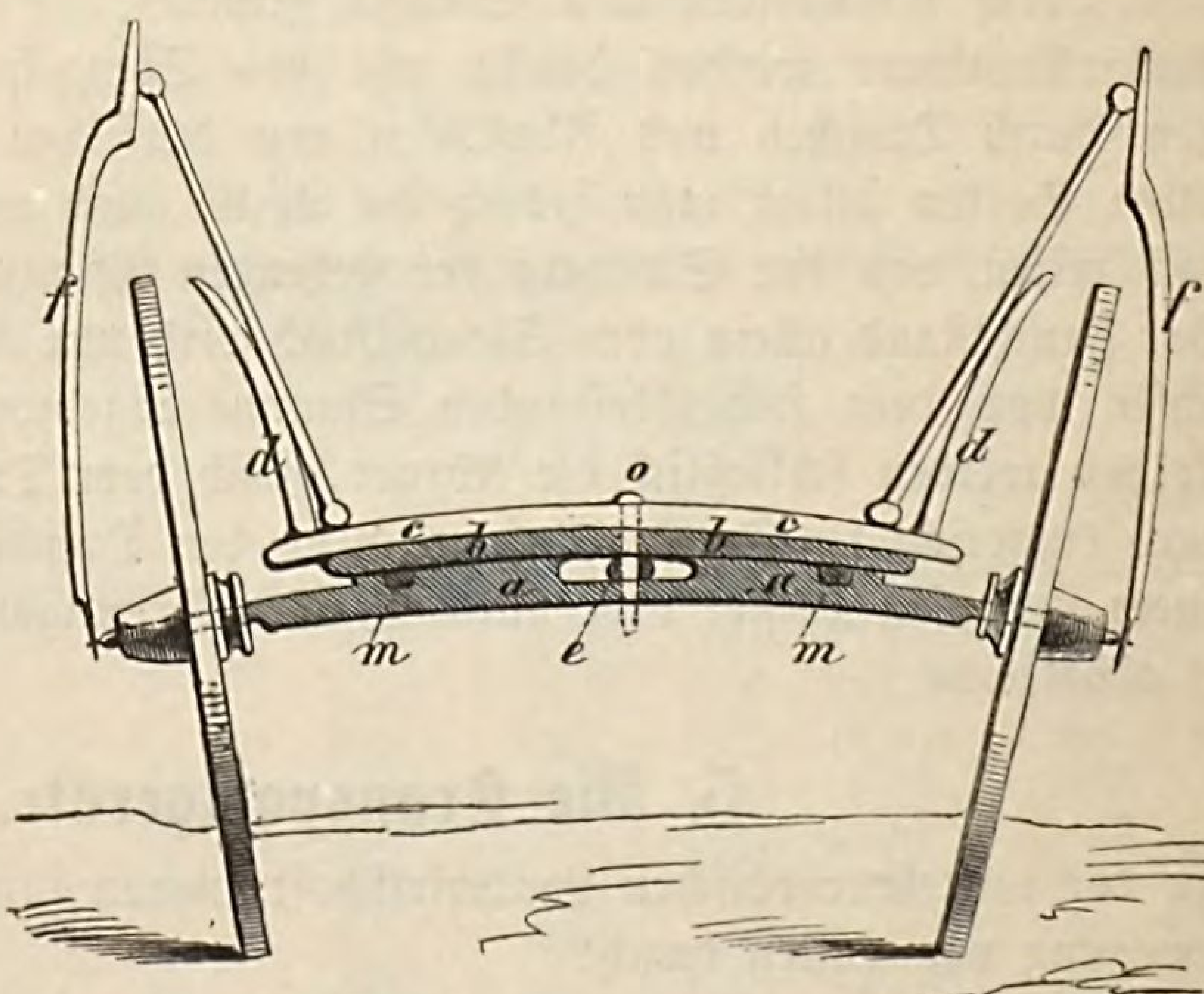


Fig. 181. Wirtschaftswagen, Vorderansicht.

der Radstand oder die Entfernung der vorderen Achse von der hinteren 2,50 bis 2,80 m, die Höhe der Hinterräder 1,2—1,5 m, der Vorderräder 1—1,2 m, die Felgenbreite 7—15 cm bei 3 000—6 000 kg Tragfähigkeit.

Das Wagengestell besteht aus dem Unterwagen oder Untergestell und dem

Oberwagen oder Obergestell. Das Untergestell ist aus dem Vordergestell und dem durch die Langwied (Langwagen, Lang-, Lenkbaum), Fig. 180e, verbundenen Hintergestell zusammengesetzt. Die Langwied ist an ersterem durch den Spannnagel (Schluß-, Reih- oder Reibnagel), Fig. 181o, an letzterem durch das Wetter und die Arme nn unbeweglich verbunden. Die Zugvorrichtung am Vorderwagen besteht aus den Deichselarmen, Fig. 180mm, aus dem Reibscheit (Dreh-, Lenkscheit, Wagenbrücke) hh, der durch einen Nagel befestigten Wage (Ortscheit, Schwengel) ii, an welcher die Zugscheite (Schildscheite) kk hängen und der Deichsel l. An dem Vordergestell unterscheidet man die Achse, Fig. 181a, den Achsstock (Tragschemel, Schemelbrett) b, die mit einander durch eiserne Bundringe fest verbunden sind, den Lenkschemel (Kipfenstock, Achs-, Dreh-, Rungenschemel) c, der sich um den Reibnagel o dreht und die Rungen dd. Auf Vorder- und Hintergestell ruhen die beiden Tragbäume, auf welchen eine breite Plattform, ein Kasten oder die Leitern angebracht sind.

Die zur Rüstung des Wagens gehörenden Wagenleitern bestehen aus dem Ober- und Unterbaum und den diese beiden verbindenden Schwingen (Sparren). Die Leitern werden von den Rungen d, sowie von den sich auf die Achsenenden stützenden Lünzen (Leichsen, Linzenspießen, Staken, Stemmleisten) f getragen.

Die Preise der Ackerwagen betragen bei H. F. Eckert — Berlin A2 mit 55 mm starken Achsen, 3 000 kg Tragfähigkeit und ungefähr 625 kg Gewicht 275 *M.*; bei J. J. Schmidt — Erfurt Nr. 16 mit 3 300 kg Tragfähigkeit und 723 kg Gewicht 300 *M.*

2. Die Schienenbahn.

Der Transport auf eisernen Schienen bietet den Vorteil, daß mit derselben Zugkraft nahezu die 10fache Last fortbewegt werden kann. Feste Schienengeleise können in der Landwirtschaft wegen ihrer Kostspieligkeit nur in den seltensten Fällen angewendet werden, dagegen kann den in neuester Zeit erfundenen, leichten transportablen Feld-Eisenbahnen, zum Transport von Ernteprodukten von dem Feld in den Hof, in die Fabrik rc. und von Dünger, Mergel, Erde rc. auf die Felder für den intensiven Betrieb eine Zukunft nicht abgesprochen werden.

Bei jeder transportablen Feld-Eisenbahn muß das Gewicht der einzelnen Teile, einschließlich der Waggons, innerhalb solcher Grenze gehalten sein, daß jeder Teil durch Menschen transportiert werden kann. Die einzelnen Schienen müssen leicht und rasch zusammengefügt werden können. Die zu transportierende Last muß in Portionen von 2—5 mctr auf kleine Wagen mit zwei Achsen verteilt werden können.

Als das bekannteste System kann die transportable Eisenbahn für landwirtschaftliche Zwecke, der Transporteur, von Decauville ainé — Petit Bourge (Frankreich) bezeichnet werden. Bei derselben sind die für gerade Strecken 5, für Kurven 2,5 m langen Schienenpaare mit 0,4 m Spurbreite, Fig. 182, in Abständen von 1,25 m Entfernung durch flache Traversen verbunden, so daß 5 m lange und 47 kg schwere Joche entstehen, die von gewöhnlichen Arbeitern getragen und gelegt werden können. Die Stoßverbindung für 2 aneinander schließende Joche geschieht durch einfache Laschen. Besondere Weichen, Drehscheiben für Kreuzungen, sowie Wegeübergänge und Kurven von 8, 6 und 4 m Radius Biegung vervollständigen die

Bahnausrüstung. Zum Transport dienen kleine, 47 kg schwere vierräderige Plattform-Wagen, Fig. 182, mit 250 bis höchstens 400 kg Tragfähigkeit, welche durch eiserne Zugstangen, deren Enden einerseits mit einem Auge, anderseits mit einem

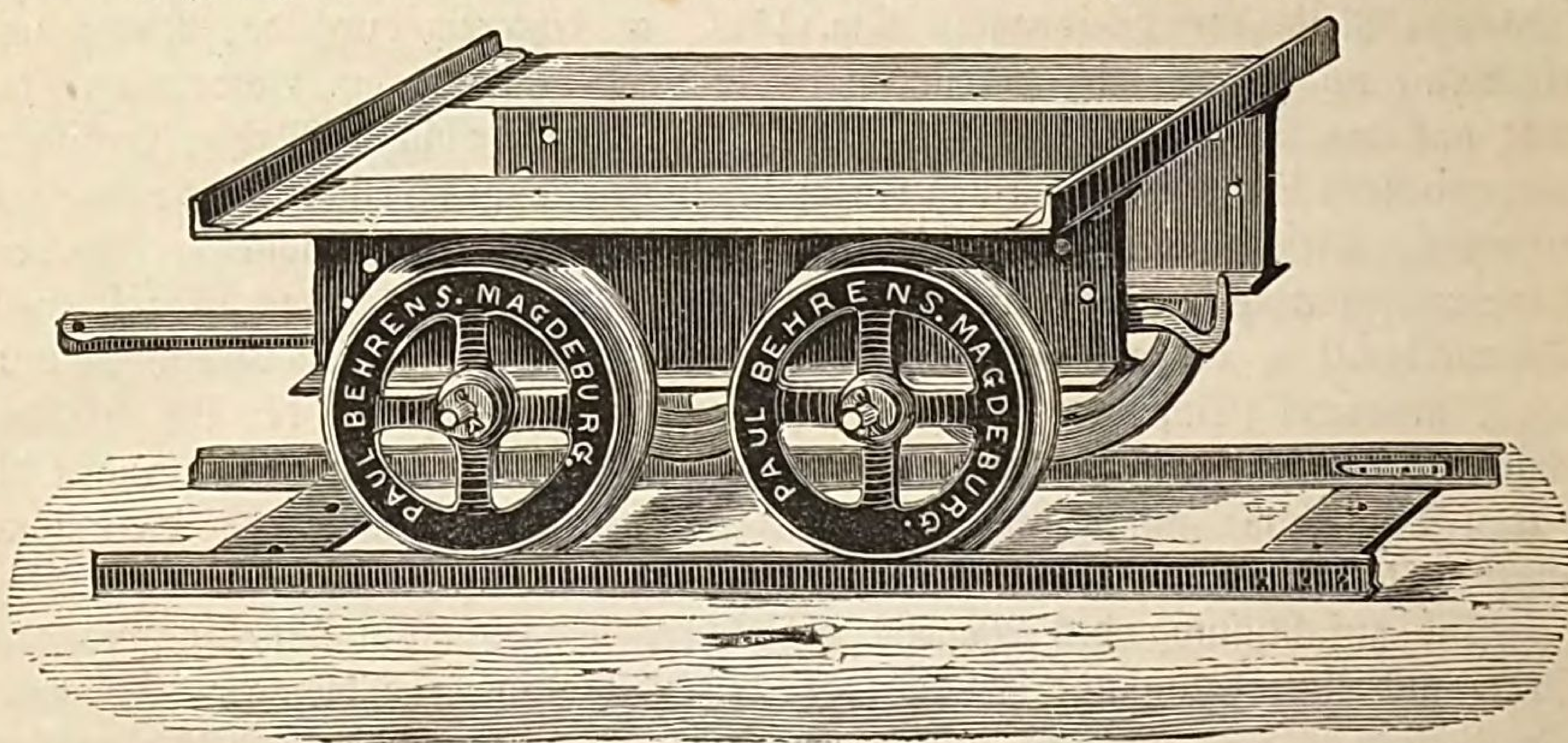


Fig. 182. Transportable Feldeisenbahn mit Transporteur, System Decauville von Paul Behrens—Magdeburg. — Preise: 4 m langes Schienenjoch bei 40 cm Spurbreite 12 *M.*; 2,5 m langes Kurvenjoch von 4, 6 oder 8 m Radius 8,55 *M.*; Wegeübergang 12,5 *M.*; Kreuzung mit 2 Geleisen 30 *M.*; Drehscheibe 36 *M.*; Lasche mit 2 Nieten 0,24 *M.*; 0,6 m langer Waggon 28 *M.*; Tragkorb für Rüben 2c. 12 *M.*

Haken versehen sind, mit einander verbunden werden. Für Rüben, Kartoffeln, Stroh, voluminöse Materialien werden auf die Plattform 18 kg schwere, gitterförmige Tragkörbe (siehe Fig. 183) aus Rund- und Flacheisen gestellt, welche z. B. 115—125 kg Rüben fassen und mit Handhaben von 2 Arbeitern getragen werden können. Zum Transport von Erde, Mergel, Dünger, Sand 2c. dienen Kippkasten; von Scheitholz Plattformwagen mit vier an den Enden der Längsträger angebrachten Ständern; von Langhölzern zwei mit je einer Drehgabel versehene Transporteure 2c.

Nach dem Bericht der Göttinger Maschinen-Prüfungs-Kommission (Journ. f. Landw. Berlin 1879, S. 309) wurde eine Geleis-Strecke von 427 m Länge von 4 Mädchen mit einem Aufseher in 2¼ Stunde gelegt. Das Gewicht eines leeren Zuges aus 15 Wagen und 15 Körben bestehend beträgt 975 kg, eines mit 17,25 mctr Rüben beladenen Zuges 27 mctr. Bei ebener Lage und bei vollständiger Ausnutzung des Geleises genügten 8 Mädchen zum Aufladen, 2 Männer zum Abladen, 1 Junge mit einem Ochsen zum Transport, um in je 11 Minuten einen vollen Zug auf 400 m Entfernung zu befördern. Die Maximalleistung für 10 Arbeitsstunden berechnete sich auf 972 mctr, die durchschnittliche Leistung auf 731 mctr.

In Kapuvár (Österr. landw. Wochenbl. Wien 1882, Nr. 9. S. 66) wurden auf einer 9 km langen Schienenbahn (Patent Sasse's Söhne—Altmannsdorf) täglich 600 mctr Rüben mit einem Kostenaufwand von 3 fl. 30 kr. pro 100 mctr Rüben abgeführt.

Bei der transportablen Feldeisenbahn, Patent Greig, ausgeführt von John Fowler & Co. — Magdeburg, sind die Laschen nicht, wie bei Decauville's System, an den Schienen, sondern an den Schwellen befestigt, es können daher Schienen und Schwellen getrennt verladen werden. Die Verbindung der Schienen mit den gewellten Schwellen erfolgt durch einen festzuschraubenden, hakenförmigen Bolzen; derselbe geht durch die Wellung der Schwelle unter der Schiene durch, hält mit

dem Haken die innere Seite der Schiene und drückt sie fest gegen die Lasche (den Schienenstuhl). Greig's Feldeisenbahn wird auch massiver für permanente Anlage und für den Betrieb mit kleinen Lokomotiven gebaut.

Ähnlich wie bei Decauville's System sind die Stahlschienen bei der Feld-Eisenbahn von Gebr. Kappe & Co. — Alfeld (Hannover) konstruiert. Jeder Geleisstrang hat 4 m Länge, 40 (auch 50 cm) Spurweite, vier fest mit den Schienen ver-

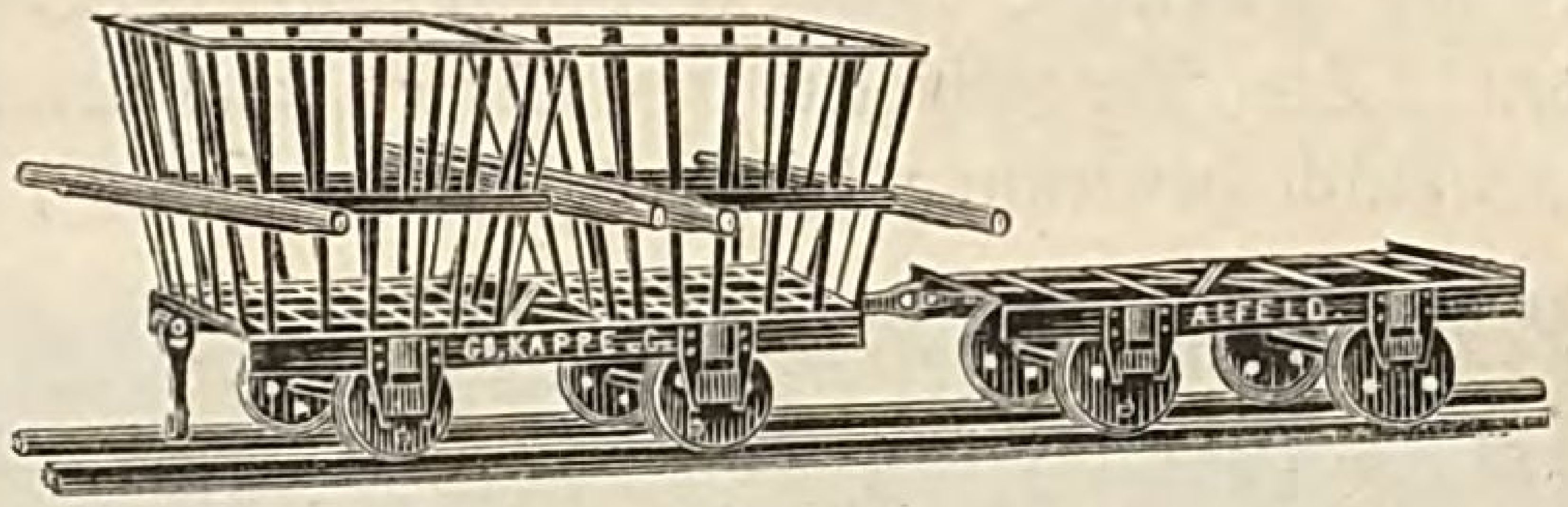


Fig. 183. Plateau-Wagen von Gebr. Kappe & Co.—Alfeld, mit je zwei Tragkörben für Rüben, Kartoffeln ꝛc. — Preis des Wagens pro Stück 50 ℳ, eines eisernen Tragkorbes 10 ℳ

bundene schmiedeeiserne Querschwellen und ein Gewicht von 42 kg. Kappe's Wagen ruhen auf Tragfedern, die Achsen laufen in ausgebüchsten, mit Schmiervorrichtungen versehenen Lagern. Zum Transport der Rüben von dem Feld oder aus den Mieten an die Straße werden Plateau-Wagen, Fig. 183, verwendet, auf welchen 2 Tragkörbe für je 1,25 mctr Rüben Platz finden. Die Rübenabfuhr wird wesentlich beschleunigt, wenn ein doppelter Satz von Körben angewendet wird. Während ein beladener Zug unterwegs ist, dient der zweite Satz von Körben zum Sammeln der Rüben auf dem Feld. Bei der Rückkunft des Zuges können dann

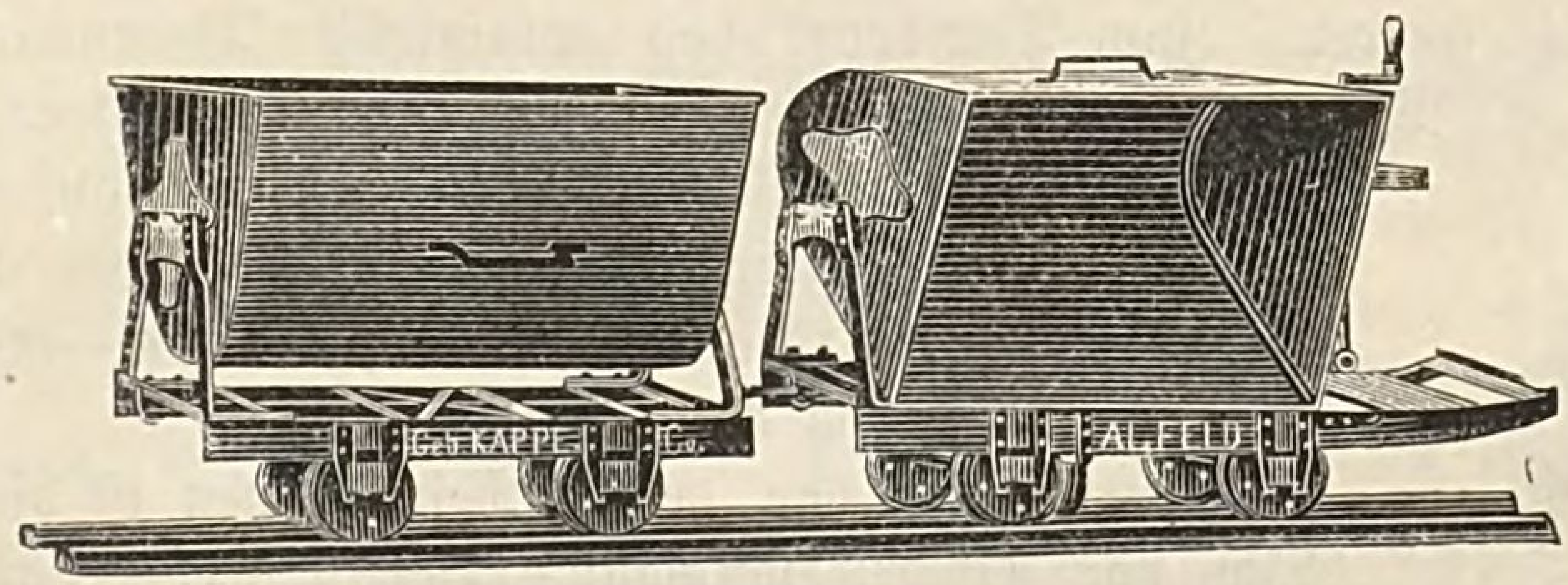


Fig. 184. Mulden-Kippwagen zur Feldeisenbahn von Gebr. Kappe & Co. — Alfeld. — Preis des Geleises pro m 2,80 ℳ, einer Kurve pro m 3,50 ℳ, einer Weiche mit Kreuzung pro Stück 45 ℳ, eines Kippwagens mit 0,5 cbm Inhalt 120 ℳ

die leeren Körbe ohne Zeitverlust gegen gefüllte ausgewechselt werden. Für 10 solche Plateau-Wagen mit einer Ladung von 25 mctr genügt ein Zugtier. Zum Transport der Rüben vom Feld in die Fabrik oder zum Transport von Erde ꝛc. dienen Mulden-Kippwagen, Fig. 184, welche ungefähr 4 mctr Rüben fassen und auf jeder Seite auf zwei Zapfen ruhen. Für hügeliges Terrain werden Muldenwagen mit Bufferbügeln und in jedem Zug von 10 Wagen ein oder zwei Bremswagen verwendet. Der Preis einer vollständigen transportablen Feldeisenbahn stellt sich bei 400 m Geleislänge, 10 Wagen und 40 Tragkörben auf 2 142 ℳ.

Paul Dietrich — Berlin verwendet gleichfalls Stahlschienen, deren Gewicht pro Rahmen von 4 m Länge und 40—50 cm Spurbreite nicht mehr als 40 bis 56 kg beträgt. Dieselben werden in der in Fig. 185 ersichtlichen Weise durch

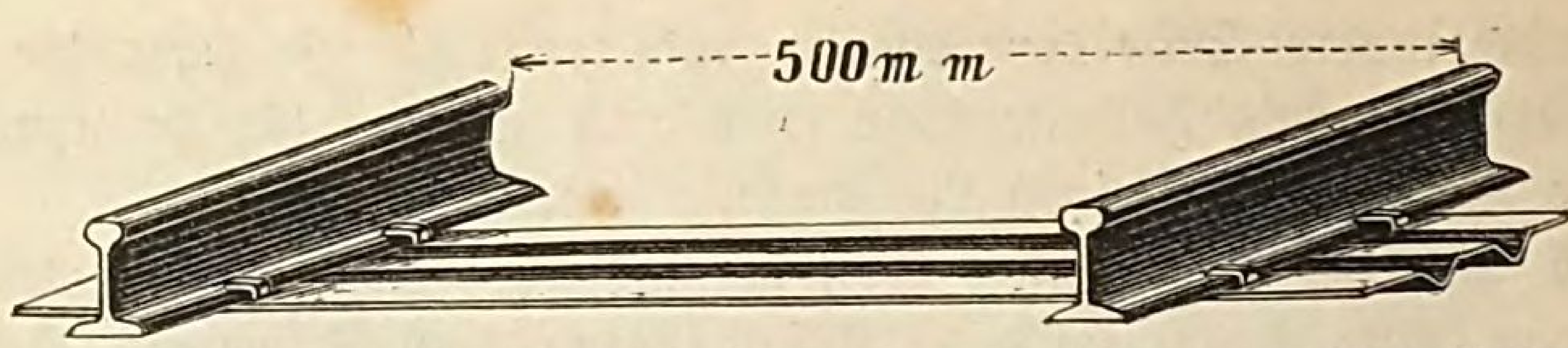


Fig. 185. Feldbahn-Geleise von Paul Dietrich—Berlin N. — Gewicht pro m 12 kg, Preis 3 M. pro m.

einfache Klammern mit gewellten, 3—4 kg pro m schwere Querschwellen (4 pro Rahmen) verbunden. Die Tragfähigkeit der Wagen aus Stahl beträgt 7,5 bis 12,5 mctr und kann durch Herstellung leichter Plateau- (Truck-) Wagen auf 15 bis

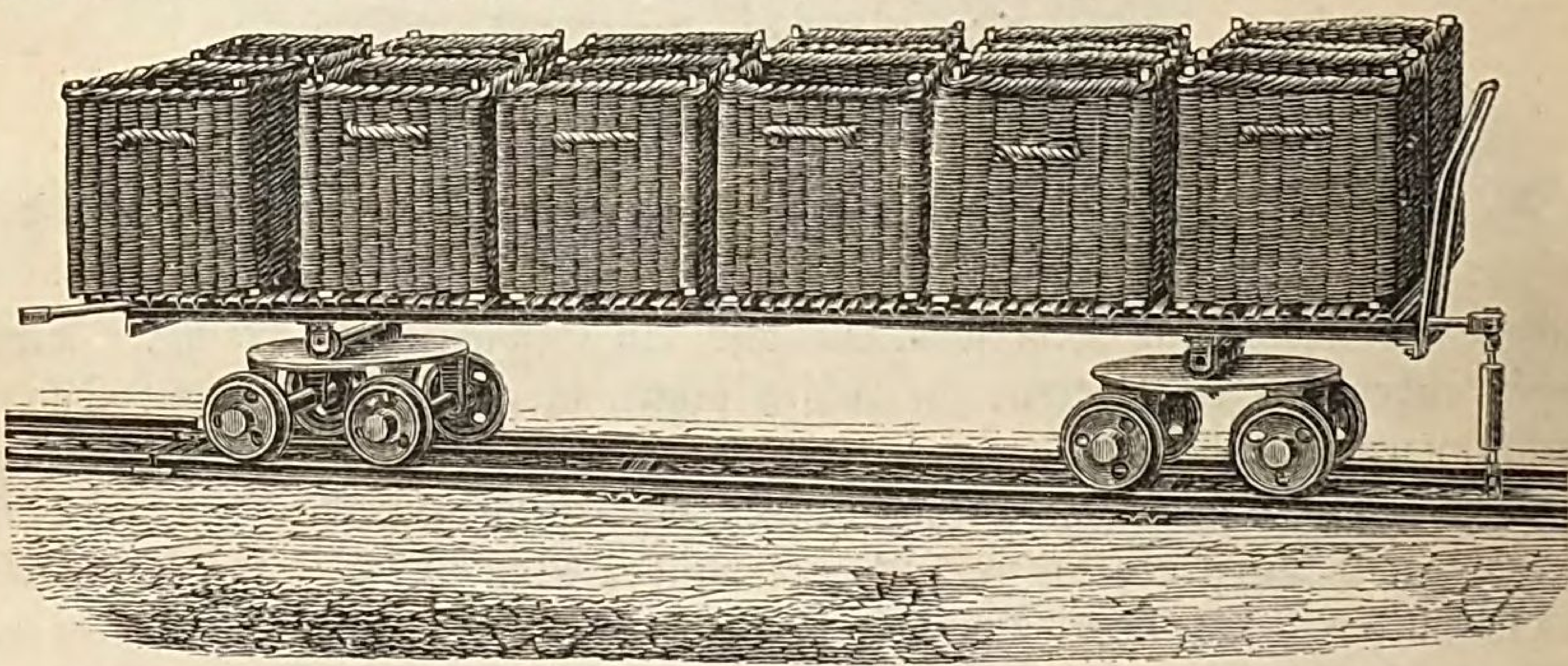


Fig. 186. Vierachsiger Truckwagen mit Weidenkörben zum Rübentransport von Paul Dietrich—Berlin N. — Korbinhalt 100 l, Preis 2 M. Preis des Wagens 100 M.

30 mctr erhöht werden. Zum Transport von voluminösen Gegenständen, z. B. von Rüben in Weiden- oder Rohrkörben, werden zwei Truckwagen, Fig. 186, durch ein Stahlgestell verbunden, welches auf zwei Drehgestellen zum leichten Befahren von Kurven befestigt ist. Ein Pferd und 10 Personen können auf 400—500 m Geleise pro Tag 1—1,5 ha Rübenland räumen.

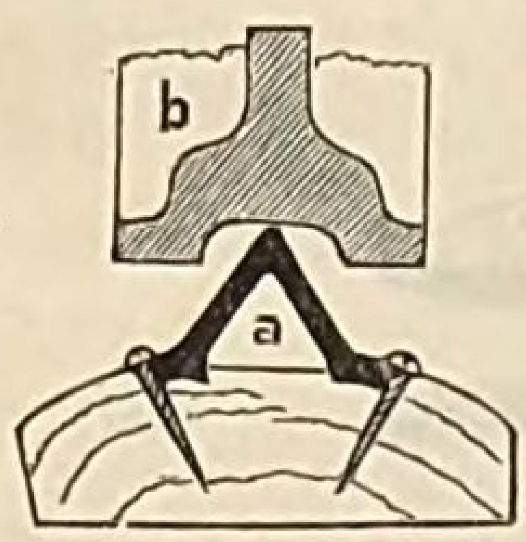


Fig. 187. Schienenbahn im Profil von Friedrich Hoffmann — Berlin. — Preis pro m 3 M.

Verschieden von der vorbesprochenen ist die Schienenbahn von Friedr. Hoffmann — Berlin, welcher auf hölzernen Langschwellen mit Schrauben doppelfüßige Schienen mit schmalem Kopf, Fig. 187a, befestigt. Die Fahrzeuge besitzen auf ihren Achsen drehbare, beiderseits mit breiten Flanschen versehene Räder b, welche auf gewöhnlichen Wegen auf den Flanschen, auf der Schiene auf der Hohlkehle laufen.

Nach Häseler (Die Feldbahn-Konkurrenz zu Braunschweig 1883, Sekundärbahnzeitung, Berlin 1883, Nr. 33) sind die Hauptverhältnisse einiger transportabler Bahnen die nachstehenden:

Fabrikant	Spurweite	Länge	Fahrschiene Gewicht	Fahrschiene Profilwert.	Jochgewicht	Erforderliche Arbeiter zum Verlegen	Kosten des geraden Geleises
	mm	m	kg pro m	W : F	kg		M. pro m
H. Spalding—Jahnkow in Pommern	600	2,0	7,0	1,51	38	1	5,00
Hoffmann—Berlin	444	6,5	2,0	0,45	86	2	3,00
Wiegand—Wolfenbüttel	400	4,0	4,0	1,06	45	2	2,60
Dietrich—Berlin	400	4,0	4,5	1,28	40	2	3,50

Im Vorstehenden ist unter Schienen-Profilwert der Quotient aus Widerstandsmoment $\left(W = \frac{J}{e}\right)$ dividiert durch die Profilfläche (F), beide Werte ausgedrückt in cm, verstanden.

3. Die Straßen-Lokomotive.

Die landwirtschaftlichen Straßen-Lokomotiven zum ausschließlichen Transport von Lasten haben sich bisher nicht bewährt und daher nur geringe Verbreitung gefunden. Dagegen verdienen jene Straßen-Lokomotiven, Fig. 188, welche gleich-



Fig. 188. Clayton & Shuttleworth's 10pferdekräftige Straßen-Lokomotive, Dreschmaschine und Strohelevator transportierend. — Preis der Lokomotive mit vollständiger Kesselarmatur, Kulissen-Umsteuerung, Bremsvorrichtung, wasserdichte Decke, ein Paar Laternen zum Fahren bei Nacht und einer Signalfahne 10 480 M., 5 240 fl.

zeitig als Arbeitsmaschinen für Dampfbodenkulturgeräte, Dreschmaschinen ꝛc. und zur Fortschaffung der letzteren ohne Zuhilfenahme von Spannvieh verwendet werden können, die größte Beachtung. Die Konstruktion der Straßen-Lokomotive stimmt in der Hauptsache mit jener der Lokomobile überein. Erstere erhalten einen Tender und breitere, meist mit Spornen ausgerüstete Fahr-Räder, um ein Einsinken in weichen Boden hintanzuhalten. Die Hinterräder werden durch Zahnräder von der Schwungradwelle aus in Bewegung gesetzt; eine selbstthätige Differential-Bewegung ermöglicht verschiedene Geschwindigkeit für die Räder und dadurch das Fahren in beliebigen Kurven. Die zur Seite des Rauchkastens befindlichen Vorderräder dienen zur Steuerung, welche von rückwärts mittelst Räder-, Schrauben- oder Kettentransmissionen bewerkstelligt wird. Um Maschinen oder andere Lasten über Hindernisse hinwegzuziehen, wenn sie sich festfahren sollten, oder um größere Lasten bergauf zu ziehen, werden bei manchen Straßenlokomotiven besondere Seilwinde-Trommeln angewendet.

Eine 10pferdige, 100 mctr schwere Straßen-Lokomotive von Aveling & Porter kann bei 0,8 m Geschwindigkeit pro Sekunde eine Last von 300 mctr fortbewegen. Eine 10pferdige, 1cylinderige, 122 mctr schwere Lokomotive von Clayton & Shuttleworth vermag bei 0,57—1,65 Geschwindigkeit auf ebenem Land 250 mctr fortzuschaffen und ohne Last Terrainsteigungen von 1:7, mit einer dem Eigengewicht gleichkommenden Last Terrainsteigungen von 1:12 zu überwinden.

Sach-Register.

Zeichen-Erklärung.

*	= Düngung.
⊙	= 1jährige Pflanze.
⊙⊙	= 2jährige Pflanze.
♃	= ausdauernde Pflanze.
♄	= Strauch.
M.	= Mark.
pf.	= Pfennig.
fl.	= Gulden Gold.
n.Gr.	= natürliche Größe.
a	= Ar.
cbm	= Kubikmeter.
ccm	= Kubikzentimeter.
cm	= Zentimeter.
dg	= Dekagramm.
g	= Gramm.
h	= Stunde.
ha	= Hektar
hl	= Hektoliter.
kg	= Kilogramm.
kgm	= Kilogrammmeter.
km	= Kilometer.
m	= Meter.
m	= Minute.
mctr	= Meterzentner = 100 kg.
mg	= Milligramm.
mm	= Millimeter.
qcm	= Quadratzentimeter.
qdm	= Quadratdezimeter.
qm	= Quadratmeter.
t	= Tonne.
—	= lange Silbe.
‿	= kurze Silbe.

Berlin, Druck von W. Büxenstein.